

Электронный научный журнал



№ 1

2017

Редакционная коллегия

Главный редактор – **Фёдорова Екатерина Александровна**, кандидат педагогических наук, доцент кафедры информатики Ульяновского государственного педагогического университета имени И.Н.Ульянова

Артемьева Елена Александровна, доктор биологических наук, профессор кафедры географии и экологии Ульяновского государственного педагогического университета имени И.Н.Ульянова

Демин Максим Викторович, кандидат физико-математических наук, директор департамента по научной работе Балтийского федерального университета им. И. Канта, г. Калининград

Идрисов Ринат Галимович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математического моделирования Стерлитамакского филиала ФГБОУ ВО "Башкирский государственный университет"

Капитанчук Василий Вячеславович, кандидат технических наук, доцент кафедры информатики Ульяновского института гражданской авиации им. Главного маршала авиации Б. П. Бугаева

Медетов Нурлан Амирович, доктор физико-математических наук, декан факультета информационных технологий Костанайского государственного университета им.А.Байтурсынова, г.Костанай, республика Казахстан

Пестова Наталия Юрьевна, кандидат химических наук, доцент кафедры биологии и химии Ульяновского государственного педагогического университета имени И.Н.Ульянова

Пырова Светлана Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биологии и химии Ульяновского государственного педагогического университета имени И.Н.Ульянова

Федоров Владимир Николаевич, кандидат географических наук, доцент, декан естественно-географического факультета Ульяновского государственного педагогического университета имени И.Н.Ульянова

Цыганов Андрей Владимирович, кандидат физико – математических наук, заведующий научно - исследовательской лабораторией математического

моделирования, доцент кафедры высшей математики Ульяновского государственного педагогического университета имени И.Н.Ульянова

Червон Сергей Викторович, доктор физико – математических наук, профессор кафедры физики и технических дисциплин Ульяновского государственного педагогического университета имени И.Н.Ульянова

Шишкарев Виктор Вячеславович, кандидат технических наук, доцент кафедры физики и технических дисциплин Ульяновского государственного педагогического университета имени И.Н.Ульянова

Шубович Валерий Геннадьевич, доктор педагогических наук, кандидат технических наук, заведующий кафедрой информатики, профессор кафедры информатики Ульяновского государственного педагогического университета имени И.Н.Ульянова

СОДЕРЖАНИЕ

Биологические науки 5

[Абросимова Е. Г., Фролов Д.А.](#) Адвентивная флора бассейна реки Свяги: таксономическая структура и биоморфологический анализ 5

[Болтунова А.Д., Смирнова С.В., Панова Е.Е.](#) Динамика аллергических заболеваний на территории Ульяновской области 18

[Григорьева Ю.А., Фролов Д.А.](#) Анализ адвентивных видов флоры бассейна реки Свяги: время, способ заноса и степень натурализации 28

[Чапурин В.В., Артемьева Е.А.](#) К биоэкологии жаворонков (Passeriformes, Alaudidae) в условиях залежных и пастбищных земель засушливой степной зоны Центрального Казахстана 38

Науки о Земле 52

[Аксенова М.Ю., Вещунова К.С.](#) Проектно-исследовательская работа обучающихся естественно-научной направленности во внеурочное время (из опыта работы) 52

[Аксенова М.Ю., Данилова А.Н.](#) Творческие проекты по географии: эффективность их использования на уроках и во внеурочной деятельности для повышения качества образования 60

Сельскохозяйственные науки 74

[Фирсова Н.Е., Пырова А.В., Пырова С.А.](#) Фитосанитарное состояние сада КФХ «Дубенки» Ульяновской области: обследование и разработка мероприятий для его дальнейшего использования 74

Химические науки 85

[Чихалина К.Н., Панова Е.Е.](#) Развитие познавательной активности учащихся на уроках биологии и химии 85

Физико-математические науки 93

[Голубков А.В., Цыганов А.В.](#) Обнаружение и диагностика нарушений в линейных стохастических системах в процессе фильтрации: влияние схемы наблюдения на точность оценивания 93

[Колганова Н.В., Глухова Н.В.](#) Многокритериальная оптимизация в принятии решений: пример применимости при подготовке учителя математики 105

[Микацадзе Ю.А., Череватенко О.И.](#) История изучения элементарных тел вращения как одно из средств формирования познавательного интереса при изучении темы «Тела вращения» 117

[Шмыгова И.С., Чаадаев А.А.](#) Электропроводность однослойных углеродных нанотрубок: теоретический анализ методов определения по индексам хиральности 129

[Майорова Т.И., Большакова К. А., Трофимов Е. И.](#) Об открытии гравитационных волн на школьном уроке физики 137

[Червон С.В., Майорова Т.И., Фатахов А.А.](#) Экспоненциально-степенная инфляция в (1+1)-мерной космологии 151

Технические науки 160

[Пеньков В.С.](#) Изучение элементов транзисторной электроники в элективном курсе физики 160

Информатика, вычислительная техника и управление 172

Биологические науки

УДК: 581.527.7; 581.92

ББК 28.58

Адвентивная флора бассейна реки Свияги: таксономическая структура и биоморфологический анализ

Абросимова Елизавета Геннадьевна,

студентка 3 курса естественно-географического факультета

Ульяновского государственного педагогического университета

имени И.Н. Ульянова,

г. Ульяновск, Россия

Научный руководитель: **Фролов Даниил Анатольевич,**

кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и химии

Ульяновского государственного педагогического университета

имени И.Н. Ульянова,

г. Ульяновск, Россия

Аннотация. В настоящее время в развитии любой биоты наблюдается тенденция к её унификации. Одним из важнейших процессов здесь является увеличение числа заносных видов растений и животных, идёт их активная адаптация к условиям новой среды обитания, в том числе и к жизни рядом с исконными представителями флоры и фауны определенной территории. В настоящей работе автор приводит систематическую структуру адвентивной фракции флоры бассейна реки Свияги (Ульяновская область), проводится анализ

процентного соотношения основных таксономических групп заносных и коренных видов региональной флоры. Анализ жизненных форм исследуемой группы растений демонстрирует существенное отличие таковой от аборигенной фракции: среди адвентивных видов преобладают травянистые однолетние растения, а также деревья и кустарники. Эти результаты позволили сделать вывод о существующем влиянии антропогенного фактора на изменение флористического облика природной экосистемы бассейна реки Свяги.

Ключевые слова: адвентивная фракция флоры, виды-аборигены, таксономическая структура, биоморфологический анализ, жизненная форма.

Адвентивный компонент флоры – это гетерогенная по происхождению и гетерохронная по времени проникновения группа видов в составе региональной флоры, которая формируется в результате трансконтинентальных, трансзональных и межзональных миграций, осуществляющихся благодаря прямому или косвенному воздействию человека [3, с. 320]. Будучи постоянно меняющимся, обновляющимся компонентом экосистемы, он показывает в первую очередь степень её синантропизации и видоизменения под влиянием человека, о чём свидетельствуют флористические сводки с информацией об адвентивных растениях.

В настоящее время интродукция организмов из одной природной среды в другую является выражением важной тенденции в развитии биоты – стремлению достичь единообразия, то есть, её унификации. Масштабы процесса адвентизации нагляднее всего просматриваются на примере заносных растений. Средняя их доля в разных районах мира равна 16%, максимальная, выявленная в сельскохозяйственных и городских экосистемах, – 31%, в лесах умеренной полосы – 22% [5, с. 550 – 562].

Адвентивная фракция флоры бассейна реки Свяги насчитывает 341 вид сосудистых растений из 216 родов, входящих в состав 64 семейств. В общем видовом спектре адвентивных видов нет споровых растений, голосеменные представлены 4 видами (1,2% от общего числа адвентивных растений),

остальные 331 – покрытосеменные растения с доминированием двудольных – 297 видов (87%), на однодольных приходится 40 видов, или 11,7% всей адвентивной фракции флоры Свяжского бассейна (табл. 1).

Таблица 1

Соотношение основных систематических групп адвентивной фракции флоры бассейна реки Свяги

Таксон	Число видов		Число родов		Число семейств	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
Бассейн реки Свяги						
Pinophyta	4	1,1	2	0,9	1	1,6
Magnoliophyta	337	93,4	214	99,1	63	98,4
• <i>Magnoliopsida</i>	297	82,3	188	87,0	55	85,9
• <i>Liliopsida</i>	40	11,1	26	12,1	8	12,5
Всего:	341	100,0	216	100	64	100,0

Основные числовые пропорции адвентивной флоры, характеризующие систематическое разнообразие, следующие: среднее число видов в одном семействе – 5,3 (табл. 2). В составе адвентивного компонента насчитывается 13 семейств (включающие 242 вида или 67% от общего числа видов аборигенной фракции), в которых число видов превышает данный показатель (табл. 3). Более половины семейств (37 (57,8%)) представлены лишь 1–2 видами. Повышенная роль одновидовых семейств – характерная черта адвентивных флор, включающих в себя большое число таксонов, в том числе и ранга семейства [2, с. 203 – 209].

Среднее число родов в одном семействе – 3,4; среднее число видов в одном роде невелико – 1,3 (табл. 2). Из 64 семейств адвентивного компонента флоры

бассейна реки Свияги 26 семейств (40,6%) имеет уровень родового богатства выше среднего, они охватывают 288 родов или 73,5% родового состава флоры (табл. 3). Больше половины семейств (38 (59,4%)) представлены одним родом.

Таблица 2

Основные параметры аборигенной и адвентивной фракций флоры бассейна реки Свияги

Флора бассейна р.Свияги	Число видов	Число родов	Число семейств	Среднее число видов в семействе	Среднее число родов в семействе	Среднее число видов в роде	% видов в 10 ведущих семействах	Отношение Asteraceae/Poaceae	Индекс Адвентизации флоры (I _{ад}) в %
Аборигенная	983	392	108	9,3	3,7	2,5	59,3	1,7	-
Адвентивная	341	216	64	5,3	3,4	1,3	65,4	1,4	-
В целом	1324	532	125	10,7	4,3	2,5	58	1,6	34,7

Таблица 3

Ведущие семейства флоры бассейна р. Свияги и её фракции

Флора в целом			Аборигенная фракция			Адвентивная фракция		
Семейство	Кол-во видов	Кол-во родов	Семейство	Кол-во видов	Кол-во родов	Семейство	Кол-во видов	Кол-во родов
<i>Asteraceae</i>	178	64	<i>Asteraceae</i>	132	47	<i>Asteraceae</i>	47	29
<i>Poaceae</i>	110	46	<i>Poaceae</i>	80	32	<i>Brassicaceae</i>	33	19
<i>Rosaceae</i>	85	25	<i>Rosaceae</i>	57	18	<i>Poaceae</i>	30	19
<i>Brassicaceae</i>	72	34	<i>Cyperaceae</i>	57	7	<i>Rosaceae</i>	28	17
<i>Fabaceae</i>	71	24	<i>Caryophyllaceae</i>	53	19	<i>Chenopodiaceae</i>	27	8
<i>Caryophyllaceae</i>	58	23	<i>Fabaceae</i>	53	15	<i>Fabaceae</i>	18	13
<i>Cyperaceae</i>	57	7	<i>Scrophulariaceae</i>	43	12	<i>Apiaceae</i>	11	11
<i>Lamiaceae</i>	47	24	<i>Brassicaceae</i>	39	20	<i>Lamiaceae</i>	11	7

<i>Apiaceae</i>	46	35	<i>Lamiaceae</i>	36	20	<i>Solanaceae</i>	10	7
<i>Scrophulariaceae</i>	46	13	<i>Apiaceae</i>	35	26	<i>Salicaceae</i>	8	2
<i>Chenopodiaceae</i>	38	10	<i>Ranunculaceae</i>	29	15	<i>Polygonaceae</i>	7	4
<i>Polygonaceae</i>	33	7	<i>Polygonaceae</i>	25	5	<i>Amaranthaceae</i>	6	1
<i>Ranunculaceae</i>	32	17	<i>Boraginaceae</i>	19	10	<i>Boraginaceae</i>	6	6
<i>Boraginaceae</i>	25	14	<i>Violaceae</i>	16	1	<i>Caryophyllaceae</i>	5	5
<i>Salicaceae</i>	23	2	<i>Salicaceae</i>	15	2	<i>Malvaceae</i>	5	3
<i>Violaceae</i>	17	1	<i>Orchidaceae</i>	15	10	<i>Lythraceae</i>	5	2
<i>Onagraceae</i>	16	4	<i>Juncaceae</i>	15	2	<i>Pinaceae</i>	4	2
<i>Orchidaceae</i>	15	10	<i>Rubiaceae</i>	14	1	<i>Papaveraceae</i>	4	3
<i>Juncaceae</i>	15	2	<i>Potamogetonaceae</i>	12	1	<i>Oleaceae</i>	4	2
<i>Rubiaceae</i>	15	1	<i>Chenopodiaceae</i>	11	5	<i>Ranunculaceae</i>	3	3
<i>Potamogetonaceae</i>	12	1	<i>Onagraceae</i>	11	3	<i>Cucurbitaceae</i>	3	3
<i>Solanaceae</i>	11	7	<i>Campanulaceae</i>	11	2	<i>Hydrangeaceae</i>	3	1
<i>Campanulaceae</i>	11	2	<i>Primulaceae</i>	9	5	<i>Grossulariaceae</i>	3	2
В целом	1033 — 77,8 %	373 — 70,1 %		787 — 79,7 %	278 — 70,9 %		281 — 82,4 %	169 — 78,6 %
Оставшиеся	291 — 22,2 %	159 — 29,9 %		200 — 20,3 %	114 — 29,1 %		60 — 17,6 %	46 — 21,4 %
Всего	1324	532		983	392		341	215

В адвентивных флорах Средней России повышена доля 10 ведущих семейств [4, с. 100 – 104; 8, с. 128]. Справедливо это и для флоры бассейна реки Свияги. В число десяти ведущих семейств адвентивной фракции изученной флоры входят: *Asteraceae* (47; 13%), *Brassicaceae* (33; 9,1%), *Poaceae* (30; 8,3%), *Rosaceae* (28; 7,8%), *Chenopodiaceae* (27; 7,5%), *Fabaceae* (18; 5%), *Apiaceae* (11; 3%), *Lamiaceae* (11; 3%), *Solanaceae* (10; 2,8%), *Salicaceae* (8; 2,2%). Суммарно представители декады ведущих семейств адвентивной фракции

содержат 223 вида (65,4% всех адвентивных растений). Далее в списке семейств следует *Polygonaceae*, включающие 10 видов, *Amaranthaceae*, *Boraginaceae*, *Caryophyllaceae* по 6, *Malvaceae*, *Lythraceae* по 5, остальные 48 семейств содержат от 1 до 4 видов, из них 11 – по 2 вида и 26 семейств – одновидовые.

Подтвердился факт о тройке наиболее крупных семейств адвентивных флор Средней России. Ими стали семейства *Asteraceae*, *Brassicaceae*, *Poaceae*. На их долю приходится 32,3% (110 видов) от видового разнообразия адвентивной флоры. Лидирующее положение многовидовых семейств *Asteraceae* и *Poaceae* типично для таксономического спектра большей части адвентивных фракций флор умеренной зоны Евразии. Представители данных семейств опыляются широким кругом опылителей (большинство сложноцветных), либо относятся к анемохорам (злаки), что немаловажно для закрепления на новых территориях.

В адвентивной фракции бассейна реки Свияги лучше представлено семейство *Rosaceae* и характерные для более южных и аридных территорий семейства – *Brassicaceae*, *Chenopodiaceae*, *Polygonaceae*.

Роль семейства *Rosaceae* повышена за счет пищевых культурных видов и видов, дичающих из садовых, декоративных и полезащитных насаждений. Семейство *Rosaceae* является наиболее типичным для флор умеренной зоны, и увеличение доли данного семейства в какой-то степени компенсирует сдвиг в таксономической структуре исследуемой флоры в направлении от бореальных флор к аридным.

В спектре крупнейших семейств адвентивной фракции по сравнению с аборигенной отсутствует *Cyperaceae*, понижена роль *Caryophyllaceae* (1,5% и 5,4% соответственно), *Scrophulariaceae* (0,9% и 4,4% соответственно), но повышена роль синантропных семейств, таких как *Brassicaceae*, *Chenopodiaceae*, *Polygonaceae*, *Solanaceae*, *Amaranthaceae*, занимающих в аборигенной фракции более низкие позиции (табл. 3). Особенно показательно резкое увеличение в

адвентивной флоре числа представителей семейства *Chenopodiaceae* (8% и 1,1% соответственно). Данные тенденции являются типичными для адвентивных флор других территорий [11, с. 379 – 397].

Возможное снижение видового разнообразия *Caryophyllaceae* объясняется олиготрофным характером и общей жизненной стратегией многих видов данного семейства. Полное отсутствие видов семейства *Cyperaceae* в адвентивном компоненте свидетельствует об их приуроченности к природным ландшафтам, в которых антропогенное влияние минимизировано. Увеличение роли *Brassicaceae* (с 8 позиции в аборигенной до 2 в адвентивной фракции) – это показатель тенденции процессов синантропизации в ряде экосистем Свяжского бассейна, где представители данного семейства наряду с прочими участвуют в сложении растительного покрова при усиливающейся антропогенной нагрузке, особенно в крупных населённых пунктах.

Для адвентивной фракции флоры характерны 16 семейств, не свойственных аборигенной флоре: *Amaranthaceae*, *Anacardiaceae*, *Berberidaceae*, *Cornaceae*, *Cucurbitaceae*, *Elaeagnaceae*, *Hemerocallidaceae*, *Hippocastanaceae*, *Hydrangeaceae*, *Hydrophyllaceae*, *Juglandaceae*, *Paeoniaceae*, *Rutaceae*, *Sambucaceae*, *Tropaeolaceae*, *Vitaceae*, насчитывающие 30 (8,8%) видов из 20 родов. Это свидетельствует об активной синантропизации природной флоры, изменяющей не только видовые спектры, но и обогащающие флору на уровне семейств [6, с. 36].

Как показывает анализ родового спектра адвентивной фракции флоры бассейна реки Свяжи, наиболее велики по видам роды *Atriplex* (9; 2,6%), *Amaranthus* (6; 1,8%), *Chenopodium* (6; 1,8%), *Populus* (5; 1,5%), *Brassica*, *Bromus*, *Galeopsis*, *Lepidium*, *Sisymbrium* (по 4 вида, 1,2%). Суммарно они включают 46 видов (13,5%). Преобладают в адвентивном компоненте маловидовые роды, содержащие по 1–3 вида, их 55 (25,5% родового объёма адвентивной фракции). Специфичными являются 139 родов. Наблюдается изменение позиций многих родов адвентивной фракции в сравнении с аборигенной флорой (табл. 4).

Таблица 4

Ведущие роды аборигенной и адвентивной фракции бассейна реки Свяги

Аборигенная фракция		Адвентивная фракция	
Род	Число видов	Род	Число видов
<i>Carex</i>	44	<i>Atriplex</i>	9
<i>Veronica</i>	17	<i>Amaranthus</i>	6
<i>Viola</i>	16	<i>Chenopodium</i>	6
<i>Salix</i>	15	<i>Populus</i>	5
<i>Galium</i>	14	<i>Brassica</i>	4
<i>Potentilla</i>	14	<i>Bromus</i>	4
<i>Alchemilla</i>	13	<i>Corispermum</i>	4
<i>Diantus</i>	12	<i>Galcopsis</i>	4
<i>Potamogeton</i>	12	<i>Galeopsis</i>	4
<i>Rumex</i>	12	<i>Lepidium</i>	4
<i>Artemisia</i>	11	<i>Sisymbrium</i>	4
<i>Festuca</i>	11	<i>Artemisia</i>	3
<i>Juncus</i>	11	<i>Hesperis</i>	3
<i>Ranunculus</i>	11	<i>Malva</i>	3
<i>Vicia</i>	11	<i>Nicotiana</i>	3
<i>Astragalus</i>	10	<i>Oenothera</i>	3
<i>Centaurea</i>	10	<i>Polygonum</i>	3
<i>Campanula</i>	10	<i>Salsola</i>	3
<i>Pilosella</i>	10	<i>Sonchus</i>	3
<i>Silene</i>	10	<i>Crataegus</i>	3

Как видно из таблицы 4, лидируют роды, представители которых характерны для флор аридных территорий Евразии и имеют невысокие позиции в родовом спектре аборигенной флоры. Данный факт свидетельствует о том, что процесс обогащения флоры бассейна реки Свяги адвентивными видами ведет к частичному сдвигу в её таксономической структуре в сторону флор более аридных территорий.

Биоморфологический анализ, проводившийся по системе К. Раункиера [10, с. 632], показал, что спектр адвентивной флоры бассейна реки Свяги по этому показателю существенно отличается от такового аборигенной фракции

(табл. 5). Лидирующее положение занимают терофиты, к которым относится более половины видов (172; 50,4%) с индексом терофитизации, равным 0,5. Такая же тенденция характерна и для адвентивной фракции флоры бассейна реки Сура, где индекс терофитизации составил 0,51. Этот довольно высокий показатель для обеих флор указывает на значительную терофитизацию флоры, которая напрямую связана с антропогенным влиянием [9, с. 97 – 106].

Древесные растения (мезо-, микро-, нанофанерофиты) по числу видов в сумме занимают 2 место (76; 22,3%). Их высокое процентное содержание, по сравнению с аборигенной флорой бассейна реки Свияги (5,8%) и адвентивной фракцией флоры бассейна реки Суры (14,1%) объясняется «выходом» из культуры декоративных кустарников и деревьев, особенно в урбанизированных флорах крупных населенных пунктов, а также свидетельствует об устойчивости их к воздействию человека. Из фанерофитов, наиболее широко представлены нанофанерофиты (7,9%) и микрофанерофиты (10%).

Таблица 5

Соотношение жизненных форм во флоре бассейна реки Свияги
(по системе К. Раункиера, 1934)

Жизненные формы	Флора бассейна реки Свияги		Адвентивная фракция флоры бассейна р. Суры
	Адвентивная фракция	Аборигенная фракция	
	Абсолютное число видов / % от общего числа видов		
Терофиты	172/50,4	124/12,6	232/51,2
Фанерофиты	76/22,3	57/5,8	64/14,1
Гемикриптофиты	69/20,2	568/57,5	129/28,5
Геофиты	16/4,7	120/12,2	23/5,1
Хамефиты	5/1,5	52/5,3	3/0,7
Гелофиты	2/0,6	40/4,1	2/0,4
Гидрофиты	1/0,3	26/2,6	-

Всего	341/100	987/100	453/100
-------	---------	---------	---------

Далее в биоморфологическом спектре адвентивной фракции флоры бассейна реки Свияги расположились гемикриптофиты (76; 20,2%), группа, которая занимала лидирующее положение в аборигенной фракции. Вслед за гемикриптофитами идут геофиты (16; 4,7%), занимающие 4 место. Группа хамефитов (5; 1,5%), гелофитов (2; 0,6%), гидрофитов (1 вид – *Elodea canadensis*) представлены незначительно.

Анализ жизненных форм адвентивной фракции флоры (табл. 6) по И.Г. Серебрякову [7, с. 146 – 205] показал преобладание в ней травянистых растений (264; 77,4%), из которых первое место, как и в адвентивной флоре Суры, занимают однолетние монокарпические травы (173; 50,7%), что резко отличает адвентивную фракцию флоры от аборигенной, в которой первое место занимали многолетние растения, а процент однолетников составлял 11,4%. Данный факт объясняется тем, что большинство однолетников, развиваясь по эфемерному типу, наиболее адаптировались к стрессовым условиям антропогенной среды, являются хорошими конкурентами травянистым многолетникам, быстро занимая территории, освободившиеся в результате хозяйственной деятельности человека.

Следующей по численности является группа травянистых поликарпиков (67; 19,6%), в которой преобладают длиннокорневищные (17; 5,0%), стержнекорневые (15; 4,4%) и короткокорневищные (9; 2,6%) растения. На остальные 9 типов жизненных форм многолетних трав приходится всего 26 видов (7,6%).

Доля древесных и полудревесных растений составляет 23,2% (79 видов) от общего числа видов адвентивной фракции флоры бассейна реки Свияги, в том числе 9,1% (31 вид) деревьев, 12,3% (42 вида) кустарников, 3 полудревесных лианы (*Parthenocissus inserta*, *P. quinquefolia*, *Vitis vinifera*), 1 полукустарничек (*Potentilla bifurca*) (табл. 6).

Таблица 6

Соотношение жизненных форм во флоре бассейна реки Свяги

(по системе И.Г. Серебрякова, 1964)

Жизненные формы	Адвентивная Фракция	Аборигенная фракция	Адвентивная фракция флоры бассейна р. Суры
	Абсолютное число видов / % от общего числа видов		
Древесные растения из них:	73/21,4	61/5,2	64/14,2
1. Деревья	31/9,1	22/2,2	23/5,1
2. Кустарники	42/12,3	32/3,2	39/8,6
3. Кустарнички	-	7/0,7	2/0,4
Полудревесные растения из них:	4/1,2	11/1,1	1/0,2
4. Полукустарники	-	3/0,3	1/0,2
5. Полукустарнички	1/0,3	8/0,8	-
6. Лианы полудревесные	3/0,9	-	1/0,2
Поликарпические травы из них:	67/19,6	721/73,0	131/28,9
7. Длиннокорневищные	17/5	194/19,7	25/5,5
8. Стержнекорневые	15/4,4	182/18,4	45/9,9
9. Короткорневищные	9/2,6	128/13	7/1,5
10. Корнеотпрысковые	6/1,8	23/2,3	6/1,3
11. Луковичные	5/1,5	14/1,4	6/1,3
12. Клубнеобразующие	5/1,2	19/1,9	4/0,9
13. Ползучие	3/0,9	19/1,9	4/0,9
14. Кистеконовые	2/0,6	26/2,6	10/2,2
15. Дерновинные			
-плотнокустовые	2/0,6	32/3,2	6/1,3
-рыхлокустовые	1/0,3	49/5,0	7/1,5
16. Столонообразующие			
-надземностолонные	-	16/1,6	2/0,4
-подземностолонные	1/0,3	4/0,4	2/0,4
17. Суккуленты	1/0,3	4/0,4	1/0,2
18. Лиановидные	-	3/0,3	5/1,1
19. Сапрофитные	-	1/0,1	-
20. Полупаразитные	-	3/0,3	-
21. Паразитные	-	4/0,4	-
Травянистые монокарпики из них:	197/57,8	194/19,7	257/56,7
22. Однолетние	173/50,7	113/11,4	221/48,8
23. Двулетние и многолетние	24 /7	81/8,2	36/7,9
Всего	341/100	987/100	453/100

При рассмотрении биотического спектра адвентивной фракции флоры бассейна реки Свияги (сходным во многом с адвентивным компонентом флоры бассейна реки Суры), отметим повышенную роль в нем однолетних растений (50,4%), а также древесных жизненных форм – деревьев (9,1%) и кустарников (12,3 %).

Напротив, понижена роль многолетних трав (19,6%) и полукустарничков (0,3%). Повышение роли деревьев и кустарников в составе адвентивного компонента связано как с хорошей толерантностью древесных видов к антропогенным местообитаниям [1, с. 8 – 19], так и с дичанием древесно-кустарниковых интродуцентов. Изменение соотношения однолетних и многолетних видов при сравнении аборигенной и адвентивной фракции флоры объясняется тем, что условия антропогенно нарушенных местообитаний, по сравнению с природными экосистемами, характеризуются высокой динамичностью, неустойчивостью и ксерофитизацией, поэтому более благоприятны для произрастания видов с коротким жизненным циклом.

Таким образом, обобщая результаты анализа состава жизненных форм, можно заключить, что главной особенностью, отличающей адвентивную фракцию флоры от аборигенной, является резкое преобладание однолетников (терофитов) над всеми остальными группами, повышенным содержанием древесно-кустарниковых видов, прежде всего за счёт дичающих видов-интродуцентов. Это обусловлено однотипностью условий обитания адвентивных видов, которые приводят к снижению разнообразия жизненных форм по сравнению с аборигенными.

Библиографический список

1. Березуцкий М. А. Антропогенная трансформация флоры // Ботан. журн. 1999. № 6. С. 8 – 19.
2. Васюков В. М. Редкие и нуждающиеся в охране виды сосудистых растений Пензенской области // Биологическое разнообразие заповедных территорий: оценка, охрана, мониторинг. Самара. 2000. С. 203 – 209.

3. Григорьевская А. Я., Стародубцева Е. А., Хлызова Н. Ю. и др. Адвентивная флора Воронежской области: исторический, биогеографический, экологический аспекты. Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2004. 320 с.
4. Малышева В. Г. Новые данные по адвентивной флоре Калининградской области // Бот. журн. 1980. №1. С.100 – 104.
5. Миркин Б. М., Наумова Л. Г. Адвентизация растительности: инвазивные виды и инвазибельность сообществ // Успехи современной биологии. 2001. №6. С. 550 – 562.
6. Саксонов С. В. Концепция, задачи, основные подходы регионального флористического мониторинга в целях охраны биологического разнообразия Приволжской возвышенности: автореф. дис ... докт. биолог. наук. Тольятти, 2001. 36 с.
7. Серебряков И. Г. Жизненные формы высших растений и их изучение // Полевая геоботаника. М.-Л.: Наука, 1964. Т. 3. С. 146 – 205.
8. Туганаев В. В., Пузырев А. Н. Гемерофиты Вятско-Камского междуречья. Свердловск: Изд-во Урал. Ун-та, 1988. 128 с.
9. Jurko A. Vegetationsökologische Unterschiede zwischen naturnahen und naturfremden Walldgesellschaften der kleinen Karpaten // Acta bot. Slov. Accd. Sci. Slovace. Ser. A. 1984. S. 97 – 106.
10. Raunkiaer C. The life forms of plant and statistical plant geography. Oxford: Clarendon Press, 1934. P. 632.
11. Scholz H. Die Veränderungen in der Ruderalflora Berlins. Ein Beitrag zur Jungsten Florengeschichten // Willdenowia. 1960. Bd. 2. Hf. 3. S. 379 – 397.

УДК: 116.4
ББК 20.1

Динамика аллергических заболеваний на территории Ульяновской области

Болтунова Анастасия Дмитриевна,

магистр естественно-географического факультета ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова» г. Ульяновск, Российская федерация

Смирнова Светлана Владимировна,

магистр естественно-географического факультета ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова» г. Ульяновск, Российская федерация

Панова Елена Евгеньевна,

магистр естественно-географического факультета ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова» г. Ульяновск, Российская федерация

Аннотация. Проведен анализ динамики аллергических заболеваний на территории ульяновской области за последние пять лет. Учитывался возраст, в соответствии с которым были исследования и сделаны соответствующие выводы. В зависимости от аллергического заболевания были установлены факторы, которые могли способствовать его распространению в зависимости от той или иной категории населения. Было выявлено, что среди всего населения снижается заболеваемость аллергическим дерматитом и ринитом, но возрастает заболеваемость атопическим дерматитом и бронхиальной астмой. Наиболее распространенными аллергическими заболеваниями среди детей и подростков являются: атопические и контактные дерматиты, а среди взрослого населения: контактный дерматит и бронхиальная астма. Это говорит прежде всего об экологической обстановке, передаче по наследству, инфекционного заражения и окружения. Необходимо вести контроль динамики аллергических заболеваний, чтобы избежать их рост.

Ключевые слова: аллергические заболевания, аллергия, дерматит, астма, ринит.

Актуальность. Здоровье - это главная ценность человека. Именно состояние здоровья определяет, как долго и как полноценно будет жить человек. По прогнозам Всемирной Организации Здравоохранения, XXI век станет эпохой аллергии, потому что распространенность аллергических заболеваний стала увеличиваться в 2-3 раза каждые 10 лет и достигла масштаба эпидемии. В настоящее время аллергическая патология входит в шестерку наиболее частых заболеваний человека.

По статистике, аллергией страдает каждый пятый житель нашей планеты: каждый шестой американец, каждый четвертый немец, от 15 до 35% россиян. Причины этого явления связаны с рядом факторов, способствующих аллергизации населения: ухудшением экологической обстановки; увеличением контактов населения с химическими веществами - как на производстве, так и в быту; нерациональным питанием, применением продуктов с консервантами, красителями, пищевыми добавками, увеличением числа лиц с патологией органов пищеварительной системы; растущей урбанизацией, изменением образа жизни, увеличением числа стрессовых ситуаций, ростом числа лиц с асоциальным поведением; изменением структуры заболеваемости и болезненности населения, участвовавшими эпидемиями гриппа; увеличением производства и потребления лекарственных препаратов и самолечением. Анализ роли перечисленных факторов доказывает их влияние на распространенность аллергических заболеваний и не позволяет надеяться на снижение заболеваемости в ближайшие годы [1, 20, 31, 33 и др.].

Аллергические заболевания получили очень широкое распространение и представляют собой серьезную социальную, экономическую и медицинскую проблему. В связи с вышеизложенным данная тема представляется весьма актуальной.

Цель исследования – анализ динамики аллергических заболеваний на территории Ульяновской области за 2010-2014 г.г.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

1. Изучить учебно-методическую литературу, касающуюся аллергических реакций и их профилактики.

2. Проанализировать общие сведения о факторах риска аллергических заболеваний.

3. Изучить статистические данные по аллергическим заболеваниям на территории Ульяновской области.

Практическая значимость заключается в том, что материалы, используемые в данной работе, могут быть использованы в учебно-воспитательном, оздоровительном процессе общеобразовательных школ, лицеев и гимназий, а также в целях осуществления эффективной профилактики аллергических заболеваний.

Аллергия (allos греч. «другой» + ergon греч. «действие») – необычная повышенная чувствительность организма к воздействию некоторых факторов окружающей среды (химических веществ, микробов, грибков и продуктов их жизнедеятельности, пищевых продуктов и др.) называемых аллергенами.

Одни из них попадают в организм извне (экзогенные), другие образуются в самом организме (эндогенные или аутоаллергены). Экзогенные аллергены могут быть неинфекционного происхождения (бытовая пыль, шерсть и пот (!) животных, лекарственные препараты, химические вещества, пыльца растений, животные и растительные пищевые продукты) и инфекционными (бактерии, микробы, вирусы, грибки и продукты их жизнедеятельности). Попадая в организм различными путями, экзогенные аллергены могут вызывать поражение различных органов и систем [1, с. 37].

В ответ на внедрение в организм, или воздействие на организм, аллергена в нем начинают развиваться и происходить аллергические реакции, которые могут быть специфическими и неспецифическими. Развитию специфической реакции предшествует скрытый период, в течение которого развивается повышенная чувствительность организма к впервые попавшему в него аллергену

- так называемая сенсibilизация. Сенсibilизация происходит в результате выработки в организме антител - белковых веществ, образующихся в ответ на введение только данного аллергена, или появления лимфоцитов, способных взаимодействовать с данным аллергеном. Если к моменту их появления аллерген был удален из организма, то никаких болезненных проявлений не отмечается.

При повторном воздействии аллергена на уже сенсibilизированный к нему организм, развивается аллергическая реакция - взаимодействие антител или лимфоцитов с вызвавшим их образование аллергеном. В результате этого взаимодействия происходит ряд биохимических процессов с выделением химических веществ (гистамин, серотонин и др.), вызывающих повреждение клеток, тканей и органов, которое лежит в основе аллергических заболеваний. Повышенная чувствительность организма в таких случаях специфична, т. е. она повышается к тому аллергену, с которым уже ранее был контакт, и который вызвал состояние сенсibilизации.

К широко распространенным видам аллергических заболеваний следует отнести следующие: аллергический насморк, бронхиальная астма, крапивница, поллиноз, дерматиты.

Аллергические заболевания (бронхиальная астма, поллинозы, крапивница, аллергический насморк, дерматиты, лекарственная и пищевая аллергии) широко распространены во всем мире. На сегодняшний день по данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) каждый шестой житель Земли предрасположен или страдает какой-либо формой аллергии, и количество больных стремительно растет. В некоторых странах более 15% населения страдает различными аллергическими заболеваниями, наиболее распространены бронхиальная астма, поллинозы, аллергический насморк, крапивница.

Причиной этого в первую очередь считают широкое применение синтетических лекарственных препаратов, в первую очередь антибиотиков. Одним из основных факторов распространения аллергических заболеваний является бурное развитие химической промышленности и связанное с этим появление большого количества различных синтетических материалов,

красителей, стиральных порошков и других разнообразных производственных и бытовых веществ, многие из которых могут быть аллергенами [2, с.14].

Немаловажное значение в росте аллергических заболеваний имеет степень загрязнения окружающей среды обитания (воздуха и почвы) - экологическая обстановка в регионе проживания.

По данным эпидемиологических исследований, выполненных в различных регионах России, аллергическими заболеваниями страдает от 10 до 25% детей. На их распространенность существенное влияние оказывают климато-географические условия, экология, условия жизни семьи. Наиболее высокие показатели заболеваемости регистрируются у городских детей. Особенно среди тех, кто живет в городах с массивным загрязнением воздуха побочными продуктами промышленного производства и автомобильного транспорта. Обнаруживается прямая зависимость между уровнем загрязнения воздушной среды реактивными химическими соединениями и показателями распространения бронхиальной астмы и атопического дерматита. Реже аллергическими заболеваниями болеют дети, живущие в условиях горного климата.

Для решения поставленных задач применялись следующие методы исследования:

1. Теоретический анализ и обобщение научно-методической литературы.
2. Аналитические методы.
3. Методы математической статистики [8, с. 243].

Анализ научно-методической литературы позволил определить теоретические предпосылки и задачи исследования, а также установить степень разработанности исследуемого вопроса. Были проанализированы работы Н.В. Авдеенко, А.А. Ефимовой, И.И. Балаболкина (1990); С.Н. Вахрамеевой (1995); Ю.П. Гичева (2002); М. Нагуа, М.Э. Гершвина (2004) и др., посвященные изучению аллергопатологий в различных регионах России; влияния загрязнения окружающей среды на распространенность и течение аллергических болезней. Оценку медико-демографических показателей проводили по данным

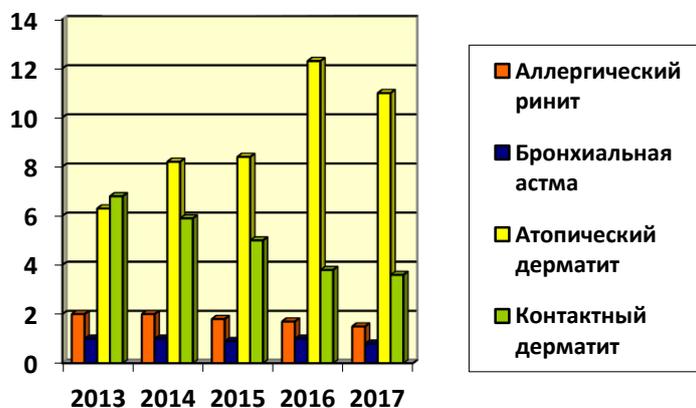
статистической отчетности сборника Министерства здравоохранения Ульяновской области.

Показатели заболеваемости проанализированы по отчетным данным Ульяновского областного медицинского информационно - аналитического центра.

Все результаты экспериментальных исследований были обработаны с помощью методов математической статистики, изложенных в соответствующих руководствах. Расчеты выполнялись с использованием интегрированной системы для комплексного статистического анализа и обработки данных Statistic 5.7 for Windows. Организация исследования осуществлялась в три этапа с учетом особенностей каждой из решаемых в работе задач. На первом этапе проводился теоретический анализ и обобщение научно-методической литературы посвященный данной проблеме. На втором этапе проводился статистический анализ аллергических заболеваний на территории Ульяновской области. На третьем этапе проводилась математическая обработка собранного материала; были выявлены основные результаты исследования, сформулированы выводы и оформлена работа.

Анализируя архивные статистические данные Министерства здравоохранения Ульяновской области по нозологиям, связанными с аллергическими заболеваниями выявлена следующая закономерность.

Рис. 1. Детская аллергическая заболеваемость Ульяновской области

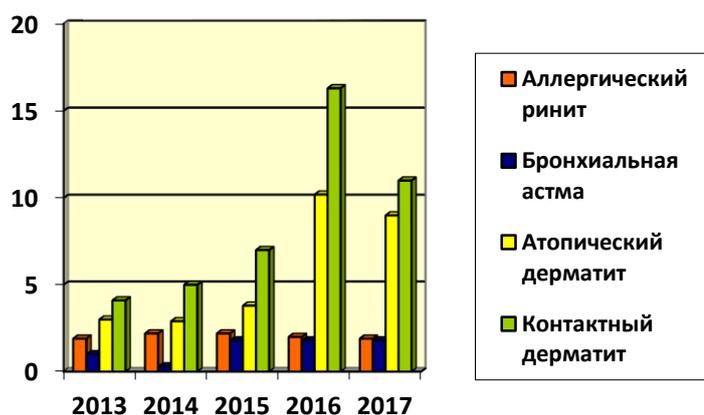


На первом месте по заболеваемости у детей стоит атопический

аллергический дерматит, а на втором - контактный аллергический дерматит (рис. 1). Это происходит потому, что при атопическом дерматите аллергены могут попадать в организм различными путями, особенно много их содержится в детских питательных смесях. Заболеваемость аллергическим ринитом и бронхиальной астмой обусловлена, в большинстве случаев, скоплением тяжёлых газообразных продуктов, которые обладают аллергенными свойствами, на высоте не более 1 метра от земли.

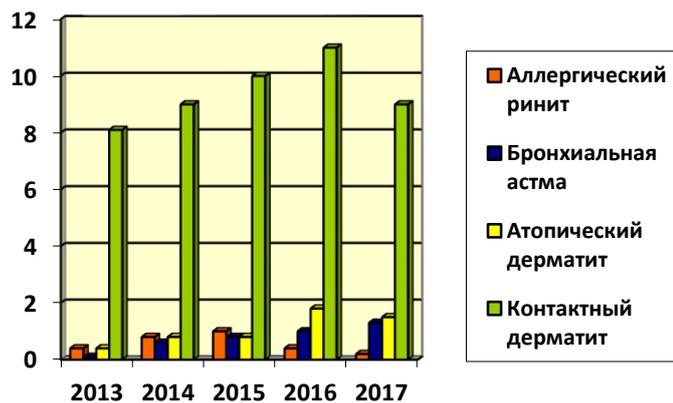
Данные графика свидетельствуют о наибольшей заболеваемости подростков контактными и атопическими аллергическими дерматитами (рис. 2). Это объясняется тем, что в подростковом возрасте организм человека не способен адекватно реагировать на различные негативные воздействия извне, так как в нём идёт внутренняя перестройка.

Рис. 2. Подростковая аллергическая заболеваемость Ульяновской области



И именно в этот период начинают развиваться большинство аллергических заболеваний, потому, что организм наиболее восприимчив к действию аллергенов. К таким болезням относятся аллергический ринит и бронхиальная астма.

Рис. 3. Аллергическая заболеваемость взрослого населения Ульяновской области



Наиболее распространённым аллергическим заболеванием взрослого населения, является контактный аллергический дерматит (рис. 3). Это в большинстве случаев - профессиональное заболевание, которое наряду с аллергенами могут вызвать вещества неаллергенной природы после повторного непосредственного контакта с ними лиц с предрасположенностью к аллергиям кожи и другим видам аллергии. На втором месте по распространённости находится аллергический атопический дерматит, за ним следуют бронхиальная астма и аллергический ринит.

С 2013 по 2014 г. г. идёт увеличение болезненности и заболеваемости аллергическим атопическим дерматитом среди детей Ульяновской области. Важную роль в этом сыграли социально-экономические факторы и общее состояние здоровья населения. В 2013 г. наблюдалась тенденция к снижению заболеваемости и болезненности.

Также с 2013 по 2014 г.г. происходит увеличение болезненности и заболеваемости аллергическим атопическим дерматитом среди подростков Ульяновской области. Причины те же - социально-экономические факторы и общее состояние здоровья населения. В 2014 г. также наблюдалась тенденция к снижению заболеваемости и болезненности.

Из данных видно, что этому заболеванию чаще подвержены дети. Возможно, это происходит из-за того, что детский организм менее защищен от проникновения различных аллергенов. Большую роль в возникновении заболевания играет наследственная предрасположенность. В итоге, опираясь на

данные, прослеживается тенденция уменьшения болезненности и заболеваемости аллергическим контактным дерматитом в 2016 году среди детей. Здесь также можно наблюдать рост болезненности и заболеваемости среди взрослых с 2013 по 2016 г.г. Это, по-видимому, также связано с ростом аллергизации населения к различным аллергенам окружающей среды - пищевым, бытовым, атмосферным, производственным и др. В 2014 г. также шло снижение болезненности и заболеваемости среди всех возрастных групп населения Ульяновской области.

Данные, свидетельствуют о снижении болезненности среди детей с 2013 по 2014 г.г., а в 2015 и 2016 г.г. наблюдается её увеличение. Заболеваемость в течение 5 лет практически стабильно снижается. Снижению заболеваемости способствовали профилактические меры и снижение концентрации пыльцы в воздухе из-за дождей. Повышению заболеваемости в 2015 г. способствовало сухое жаркое лето, и, возможно, наследственная предрасположенность.

Болезненность и заболеваемость бронхиальной астмой среди детей с 2013 по 2014 г.г. возрастает. Возможно, это происходит из-за постоянного загрязнения атмосферного воздуха различными выбросами, особенно жидкостями и газами. Важную роль в развитии бронхиальной астмы также играет качество воды и пищи. Болезненность и заболеваемость бронхиальной астмой среди подростков с 2013 по 2014 г. г. также возрастает. Причины те же - постоянные загрязнения атмосферного воздуха различными выбросами, особенно жидкостями и газами. Важную роль в развитии бронхиальной астмы также играет качество воды и пищи. Болезненность и заболеваемость бронхиальной астмой возрастает и среди взрослых с 2010 по 2014 г.г. Причины те же.

В результате проведенных нами исследований было выявлено следующее:

1. Заболеваемость аллергией среди различных возрастных групп населения Ульяновской области 2013 по 2017 г. Обнаруживают следующие тенденции:

- болезненность и заболеваемость аллергическим ринитом снижается среди детей, подростков и взрослого населения;
- болезненность и заболеваемость бронхиальной астмой детей

увеличивается в 1,5 раза, среди подростков в 2,5 раза, среди взрослых в 10 раз;

- болезненность и заболеваемость аллергическим атопическим дерматитом увеличивается среди детей в 2 раза, подростков в 4,5 раза, взрослых в 2,5 раза;

- болезненность и заболеваемость контактным аллергическим дерматитом снижается среди детей, среди подростков и взрослого населения увеличивается.

2. Наиболее распространенными аллергическими заболеваниями являются: среди детей и подростков - атопические и контактные дерматиты, а среди взрослого населения – контактный дерматит и бронхиальная астма.

3. Самыми неблагоприятными по заболеваемости аллергией являются следующие районы области: Павловский, Сенгилеевский, Ульяновский и город Димитровград. В них наблюдается самое высокое загрязнение воздуха различными выбросами, тяжелыми металлами, а в Павловском районе большое загрязнение воды.

Библиографический список

1. Адо А.Д. Общая аллергология.- М.: Медицина, 1970.- 542 с.

2. Авдеенко Н.В., Ефимова А.А., Балаболкин И.И. и др. Влияние загрязнения окружающей среды на распространенность и течение аллергических болезней у детей // Педиатрия, 1990,- №5,- 14 с.

3. Балаболкин И.И., Гребенюк В;Н. Атопический дерматит у детей. М.: Медицина, 1999.-240 с.

4. Богова А.В. Эпидемиология аллергических заболеваний: автореф. дисс. . докт. мед. наук (14.00.36) М., 1985. -50с.

5. Геппе Н.А. Бронхиальная астма у детей: комплексный подход к терапии // Consilium medicum. -Изд-во «Медиа Медика», 2001.- Т.3, №3. С.133-138.

6. Караулов А.В. Бронхиальная астма: новое поколение, проблема диагностики и лечения // Практ. врач.- 1995.- №1.- С. 23-25.

7. Клиническая аллергология: Руководство для практических врачей (Под ред. Хаитова Р.М). М.: Медпресс-информ, 2002.- 624 с.

8. Чаклин А.В. Осечинский И.В. Основные методические

принципы эпидемиологического исследования неинфекционных болезней // Эпидемиология неинфекционных болезней (Под ред. А.М. Вихерта, А.В. Чаклина).- М.: Медицина, 1990.- 254 с.

УДК: 581.527.7; 581.9

ББК 28.58

Анализ адвентивных видов флоры бассейна реки Свияги: время, способ заноса и степень натурализации

Григорьева Юлия Александровна,

студентка 3 курса естественно-географического факультета Ульяновского государственного педагогического университета имени И.Н. Ульянова,
г. Ульяновск, Россия

Научный руководитель: Фролов Даниил Анатольевич,

кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и химии Ульяновского государственного педагогического университета имени И.Н. Ульянова,
г. Ульяновск, Россия

Аннотация. Рассматривается определение понятия «адвентивный вид», а так же несколько классификаций адвентивного компонента флоры. Анализ распределения адвентивных видов бассейна реки Свияги по времени заноса показал, что основная часть видов (70%) проникли на данную территорию за последние 100 лет. Анализ по способу заноса выявил преобладание непреднамеренно занесенных видов (48%). Исследование распределения адвентивных видов бассейна реки Свияги по степени натурализации позволило выявить, что большинство адвентивных видов натурализовались в подходящих для них местообитаниях, но не вошли в состав естественных растительных сообществ (40,2%).

Ключевые слова: адвентивная фракция флоры, классификации адвентивных видов, анализ адвентивных видов по времени заноса, анализ адвентивных видов по способу заноса, анализ адвентивных видов по степени натурализации.

Флора любой территории состоит из видов разного происхождения и возраста: одни в своём генезисе напрямую связаны с природной флорой (аутохтонные растения), другие являются «пришельцами» (аллохтонные растения). Среди аллохтонных видов выделяют идиохоры [7, с. 225-238], иммигрировавшие спонтанно, без содействия человека (например, вследствие изменения климата), и аллохтонные антропофиты, расселяющиеся при прямом или косвенном содействии человека.

Последнюю группу нередко отождествляют с адвентивными (заносными) растениями. В свою очередь термин «адвентивный» не имеет однозначного толкования, большинство авторов под ним подразумевают – пришельцев из любой территории, независимо от её удаленности от данной местности.

Проблеме классификации адвентивных видов посвящены работы многих авторов. При анализе различных показателей адвентивной фракции флоры Свяжского бассейна была использована классификация, приведенная в монографии Е.А. Борисовой [3, с. 188].

Виды адвентивного компонента классифицированы по трем параллельным группам:

По времени заноса:

- *Археофиты* – виды, занесенные в исследуемую флору до XV века (до открытия Америки Христофором Колумбом);
- *Кенофиты* – виды, занесенные с начала XVI века до наших дней.

Однако, по мнению Туганаева и Пузырёва [5, с. 128] такая хронология не совсем приемлема. Они связывают активное расселение растений с освоением

территории Волжско-Камского края русскими. Соглашаясь с их мнением, применительно к территории Свяжского бассейна, археофитами считаем виды, занесенные сюда до середины XVII века, т.е. до её активного освоения русскими, а кенофитами – виды, появившиеся после этого.

Анализ адвентивных видов по времени заноса (табл. 16) показал полное преобладание *кенофитов* (70,0 от адвентивной фракции и 17,9% от общего числа видов флоры бассейна реки Свяги). Группа *археофитов* немногочисленна и насчитывает 103 вида, что составляет 30,0% и 7,7% от числа видов-адвентиков и общего числа видов изученной флоры соответственно.

Таблица 16

Распределение адвентивных видов бассейна реки Свяги
по времени заноса

Группы видов	Число видов	% от числа видов адвентивной фракции	% от общего числа видов бассейна р.Свяги
<i>Кенофиты</i>	238	70,0	17,9
<i>Археофиты</i>	103	30,0	7,7
Итого	341	100,0	25,6

Таким образом, основная часть видов адвентивной фракции флоры проникли на изученную территорию за последние 100 лет. Это связано с расширением транспортной сети, интенсификацией товарооборота, активной урбанизацией и, как следствие, увеличением площади антропоценозов, являющихся благоприятным плацдармом для внедрения адвентивных видов в биоту.

По способу заноса:

Преднамеренно занесенные (интродуценты)

- *Эргазиофиты* – растения, занесенные на данную территорию преднамеренно или интродуцированные, но встречающиеся вне мест культуры, т.е. одичавшие;
- *Эргазиофитофиты* – беглецы из культуры, способные без вмешательства человека удержаться во флоре;
- *Ксено-эргазиофитофиты* – промежуточная группа, объединяющая растения, способные дичать из культуры и заноситься случайно;
- *Эргазиолипофиты* – реликты культуры.

Непреднамеренно занесенные

- *Ксенофиты* – виды, случайно (непреднамеренно) занесенные человеком в результате хозяйственной деятельности;
- *Аколютофиты* – «растения-захватчики», непреднамеренно занесенные на данную территорию виды, которые расселяются там, где естественный растительный покров нарушен человеком [8, с. 164]. Например, сейчас происходит проникновение некоторых степных растений на север, за счёт вырубки лесов.

Анализ по способу заноса выявил незначительное преобладание в адвентивной флоре бассейна реки Свияги непреднамеренно занесенных растений. На их долю приходится 12,3% от общего видового богатства бассейна. Занос и распространение *ксенофитов* в регионе происходит различными способами, но основную роль при этом играют ж.-д. и автотранспорт, поэтому максимальное число видов-адвентиков сконцентрировано на узловых транспортных станциях (Кузоватово, Ульяновск, Цильна, Свияжск) и вдоль федеральных автомагистралей.

Преднамеренно занесенные растения, составляют 42,3% всей адвентивной фракции и 10,8% от общего числа видов Свияжского бассейна (табл. 17). Такой

результат объясняется тем, что в составе данной группы по числу видов лидируют эргазиофиты (85; 25%), появившиеся в изученной флоре благодаря интродукции.

Со временем, у многих из этих видов, интродуцированных как декоративные (*Berberis vulgaris*, *Cosmos bipinnatus*, *Hesperis ruscifolia*, *Larix sibirica*, *Sorbaria sorbifolia*, *Swida alba*), кормовые (*Amaranthus caudatus*, *Galega orientalis*, *Panicum miliaceum subsp. ruderale*, *Hordeum distichon*), медоносные (*Aesculus hippocastanum*, *Fagopyrum esculentum*, *Phacelia tanacetifolia*, *Spiraea japonica*, *Heracleum sosnowskyi*) и лекарственные (*Calendula officinalis*, *Echinacea purpurea*, *Hyssopus officinalis*, *Papaver somniferum*, *Rosa rugosa*) растения, наметилась тенденция к дичанию, с последующим вхождением в состав природных сообществ благодаря их диаспорам, особенно в крупных населенных пунктах, на территориях свалок, преимущественно в аграрных и урбанизированных районах Свияжского бассейна.

Помимо группы эргазиофитов в составе группы преднамеренно занесенных растений выделяют группу эргазиофитофитов, представленную в основном «беглецами» из культуры (*Aguilegia vulgaris*, *Bryonia alba*, *Cannabis sativa*, *Chrysanthemum segetum*, *Fragaria magna*, *Fraxinus americana*, *Grossularia reclinata*, *Philadelphus coronaries*, *Physocarpus opulifolius*, *Picea abies*, *Populus balsamifera*, *Reynoutria japonica*, *Rhaphanus sativus*) на их долю приходится 17% от адвентивной фракции флоры и 4,3% флоры в целом.

Особо стоит отметить единственного представителя группы эргазиолипофитов (реликты культуры) – *Triticum dicoccum*, ранее широко распространенного по территории Среднего Поволжья культурного растения, которое до настоящего времени редко встречалось в посевах зерновых на территории республики Татарстан (нижнее течение бассейна реки Свияги).

Таблица 17

Распределение адвентивных видов бассейна реки Свияги

по способу заноса

Группы видов	Число видов	% от числа видов адвентивной фракции	% от общего числа видов бассейна р.Свияги
Непреднамеренно занесенные	164	48,0	12,3
• <i>Ксенофиты</i>	164	48,0	12,3
Преднамеренно занесенные (интродуценты)	144	42,3	10,8
• <i>Эргазиофиты</i>	85	25,0	6,4
• <i>Эргазиофигифиты</i>	58	17,0	4,3
• <i>Эргазиолипофиты</i>	1	0,3	0,1
Виды с промежуточным типом заноса	33	9,7	2,5
• <i>Ксено-эргазиофигифиты</i>	33	9,7	2,5
Итого	341	100,0	25,6

Виды с промежуточным типом заноса (*ксено-эргазиофиты*) составляют небольшую часть изученной флоры (33 вида; 9,7 %; 2,5%).

По степени натурализации:

- *Эфемерофиты* – растения, известные по отдельным находкам виды, периодически заносимые в естественные местообитания, но не удерживающиеся там, в течение длительного времени;
- *Колонофиты* – виды, более или менее закрепляющиеся в местах заноса и практически не расселяющиеся в другие места;

- *Эпекофиты* – виды, натурализовавшиеся в подходящих для них местах (во вторичных местообитаниях), но не входящие в состав естественных растительных сообществ;

- *Агрио-эпекофиты* – виды, успешно освоившие нарушенные местообитания и проникшие в растительные сообщества

- *Агриофиты* – виды, имеющие высшую степень натурализации и входящие как полноправный компонент в естественные растительные сообщества.

Распределение видов по степени натурализации представлено в таблице 18. Как видно из данной таблицы, в современной адвентивной флоре бассейна реки Свияги преобладают в той или иной степени способные к натурализации виды, образующие её стабильный компонент. К ним относятся *эпекофиты*, *агриоэпекофиты* и *агриофиты*, суммарно представленные 183 видами, преимущественно *ксенофитами*, что составляет 53,7% всей адвентивной фракции.

Большинство видов из этих групп отнесены к *эпекофитам*, которые закрепились на одном или нескольких антропогенных экотопах, т.е. натурализовались в подходящих для них местообитаниях (чаще всего вторичных), но не вошли в состав естественных растительных сообществ. На их долю приходится 40,2% от адвентивного компонента флоры Свияжского бассейна. Как правило, к ним относятся растения, образующие сегетальные и рудеральные сообщества: полевые сорняки и растения пустырей [5, с. 128; 6, с. 84-92]. Примерами таких видов во флоре бассейна Свияги являются *Amaranthus albus*, *Axyris amaranthoides*, *Brassica campestris*, *Bromus arvensis*, *Bryonia alba*, *Cannabis ruderalis*, *Capsella bursa-pastoris*, *Centaurea cyanus*, *Conium maculatum*, *Cyclachaena xanthiifolia*, *Echinochloa crusgalli*, *Fumaria officinalis*, *Grossularia reclinata*, *Hyoscyamus niger*, *Lepidium densiflorum*, *Lepidotheca suaveolens*, *Scleranthus annuus*, *Solidago canadensis*, *Stachys annua*, *Urtica cannabina*, *Xanthoxalis stricta*.

Проникновение в естественные экосистемы происходит главным образом в береговых и прибрежных зонах. Это объясняется, прежде всего, наличием постоянно существующих открытых пространств, разнообразием субстратов и динамикой данных экосистем [1, с. 36; 2, с. 8-19].

В лесные сообщества внедрились лишь отдельные, преимущественно древесные виды. Этим подтверждается вывод Бейкера [4, с. 550-562] – у внедряющихся видов та же жизненная форма, что и у видов-доминантов сообщества, в которое он внедряется.

Немногочисленна группа *агриоэнекофитов* – 31 вид (9,2% от общего числа видов адвентивной фракции), которые встречаются как в нарушенных экотопах, так и в природных сообществах (*Arabidopsis thaliana*, *Bunias orientalis*, *Caragana arborescens*, *Conuza canadensis*, *Epilobium adenocaulon*, *Malus baccata*, *Oenothera biennis*, *Parthenocissus inserta*, *Pastinaca sativa*, *Populus balsamifera*, *Pyrus communis*, *Rosa rugosa*, *Salix fragilis*, *Typha laxmannii*, *Viola arvensis*). Малочисленная группа *агриофитов* включает в себе 14 видов (4,2% адвентивной фракции флоры и 1,1% флоры в целом), проникших в малонарушенные природные сообщества и имеющих высшую степень натурализации – *Acorus calamus*, *Alyssum turkestanicum*, *Berberis vulgaris*, *Echinocystis lobata*, *Elaeagnus angustifolia*, *Elodea canadensis*, *Galium rubioides*, *Heracleum sosnowskyi*, *Нурроһае rhamnoides*, *Phragmites altissimus*, *Swida alba*, *Torilis japonica*.

Таблица 18

Распределение адвентивных видов бассейна реки Свияги
по степени натурализации

Группы видов	Число видов	% от числа видов адвентивной фракции	% от общего числа видов бассейна р. Свияги
--------------	-------------	--------------------------------------	--

<i>Энекофиты</i>	139	40,2	10,6
<i>Эфемерофиты</i>	91	27,0	6,8
<i>Колонофиты</i>	66	19,4	4,8
<i>Агриознекофиты</i>	31	9,2	2,3
<i>Агриофиты</i>	14	4,2	1,1
Итого	341	100,0	25,6

Нестабильный компонент адвентивной фракции флоры образуют *эфемерофиты* и *колонофиты*, суммарно представленные 157 видами, что составляет 47% всей адвентивной флоры. Большая часть видов этих групп относится к *эргазиофитам*.

Эфемерофиты по численности среди адвентивных видов занимают вторую позицию и представлены 91 видом (27%). В изучаемой флоре они известны по отдельным находкам, стратегия их не выяснена, они то появляются, то исчезают, например так ведут себя: *Abutilon theophrasti*, *Aethusa cynapium*, *Allium cepa*, *Anethum graveolens*, *Beta vulgaris*, *Borago officinalis*, *Cosmos bipinnatus*, *Erysimum repandum*, *Fagopyrum esculentum*, *Hordeum distichon*, *Lathyrus sativus*, *Lepidium sativum*, *Panicum miliaceum subsp. ruderale*, *Phaseolus vulgaris*, *Pyrethrum carneum*, *Sinapis alba*, *Tropaeolum majus*, *Vicia sativa*.

Видимо, их существование во флоре бассейна, объясняется постоянным заносом зачатков, причем ведущую роль в их распространении играет непреднамеренный занос авто и ж.-д. транспортом. На долю *колонофитов* приходится 19% (66 видов) от общего числа видов адвентивного компонента флоры бассейна, причем среди них преобладают культивируемые виды, преднамеренно занесенные человеком: *Amelanchier spicata*, *Amorpha fruticosa*, *Berberis thunbergii*, *Euphorbia helioscopia*, *Juglans mandshurica*, *Larix sibirica*, *Malva neglecta*, *Phlox paniculata*, *Physalis alkekengi*, *Ribes aureum*, *Rosa pimpinellifolia*, *Thladiantha dubia*, *Tilia platyphyllos*, *Ulmus minor*, *Viburnum lantana*, *Vicia grandiflora*.

Следует учитывать, что среди двух вышеперечисленных групп есть экологически пластичные виды, способные в будущем успешно натурализоваться, например: *Amelanchier spicata*, *Berberis thunbergii*, *Juglans mandshurica*, *Larix sibirica*, *Phellodendron amurense*, *Reynoutria japonica*, *Thladiantha dubia*.

Библиографический список

1. Березуцкий М.А. Антропогенная трансформация флоры южной части Приволжской возвышенности: Автореф. дис. ... д-ра биолог. наук. – Воронеж, 2000. – 36 с.
2. Березуцкий М.А. Антропогенная трансформация флоры // Ботан. журн. – 1999. – Т. 84., № 6. – С. 8-19.
3. Борисова Е. А. Адвентивная флора Ивановской области. – Иваново: Иван. гос. ун-т, 2007. – 188 с.
4. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Адвентизация растительности: инвазивные виды и инвазибельность сообществ // Успехи современной биологии, 2001. – Т. 121. – №6. С. 550-562.
5. Туганаев В.В., Пузырев А.Н. Гемерофиты Вятско-Камского междуречья. Свердловск: Изд-во Урал. Ун-та, 1988. – 128 с.
6. Шлякова Е.В. Сегетальная флора Горьковской области // Бот. журн. 1976. – Т. 61, №1. – С. 84-92.
7. Schroder F. G. Zur Klassifizierung der Antropochoren. – Vegetatio, 1969. - Vol.16. - fasc. 5-6. - S.225-238.
8. Weber R. Ruderalpflanzen und ihre Gesellschaften. WittenbergLutherstadt: A. Ziemer Verlag, 1961. – 164 s.

УДК: 598.26

ББК 28 Г (2)

К биоэкологии жаворонков (Passeriformes, Alaudidae)

в условиях залежных и пастбищных земель

засушливой степной зоны Центрального Казахстана

Чапурин Владимир Валерьевич,

магистрант естественно-географического факультета, Геоэкология и химия окружающей среды, 2 курс.

Артемьева Елена Александровна,

доктор биологических наук, профессор кафедры географии и экологии, Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова,

г. Ульяновск, Россия

Аннотация. Рассматриваются основные тенденции разделения экологических ниш жаворонков в условиях засушливых залежных и пастбищных земель Центрально Казахстана. Подчеркивается роль основных сельскохозяйственных градиентов в формировании популяций жаворонков, а именно – времени заброшенности сельхозугодий и интенсивности выпаса. Рассматривается зависимость состояния популяций модельных видов жаворонков на исследуемой территории от сельскохозяйственной заброшенности и сокращения количества поголовья крупного рогатого скота.

Ключевые слова: биоэкология, птицы, жаворонки, степи и полупустыни, залежные и пастбищные земли, Центральный Казахстан.

Введение

Виды жаворонков (Passeriformes, Alaudidae) играют значительную роль в биоценозах, как естественных, так и агрокультурных ландшафтов степной зоны Евразии, в том числе Казахстана. Биоэкология жаворонков остается малоизученной на территории Центрального Казахстана. Жаворонки (Alaudidae) – доминирующее семейство орнитофауны исследуемого региона. Евразийские степи и полупустыни являются областью высокого разнообразия данной группы (6 родов и 13 видов) и центром максимального разнообразия рода *Melanocorypha* [20; с. 30].

Жаворонки достигают чрезвычайно высокой плотности и биомассы в Центральном Казахстане [18; с. 279–297], 4 вида жаворонков составляют 75% от общей биомассы птиц в длинно- и коротко-злаковых степях (89% на пахотных землях и 50% в полупустыне). В степях Казахстана и юга России обитает 2 эндемичных вида жаворонков: черный жаворонок *Melanocorypha yeltoniensis*, который ограничен более продуктивными землями, и белокрылый жаворонок *Melanocorypha leucoptera*, который достигает самой высокой плотности в полупустынях и сухих степях Казахстана [5; с. 120]. Жаворонки представляют собой ключевой компонент степных сообществ, являются индикаторами мелкомасштабных экологических изменений на огромных площадях природных и модифицированных открытых местообитаний [13, с. 289–300; 14, с. 309–318; 15, с. 27–34; 19, с. 391–397].

Исследовались 5 видов данной группы: белокрылый жаворонок *Melanocorypha leucoptera* (Pallas, 1811), черный жаворонок *Melanocorypha yeltoniensis* (Forster, 1767), малый жаворонок *Calandrella brachydactyla* (Leisler, 1814), степной жаворонок *Melanocorypha calandra* (Linnaeus, 1766) и полевой жаворонок *Alauda arvensis* (Linnaeus, 1758) в зависимости от возраста и состояния залежных земель и интенсивности выпаса. Серый жаворонок *Calandrella rufescens* (Vieillot, 1820) исключен из анализа, его распространение

ограничивается глинистыми, засоленными почвами и оголенными поверхностями, которые не используются в сельском хозяйстве.

Цель работы – изучение биоэкологии жаворонков Центрального Казахстана в условиях засушливых залежных земель и выпаса скота.

Материал и методы

В течение полевого сезона 2009 г. исследования проводились на территории залежных земель Коргалжынского района Акмолинской области в Центральном Казахстане (50°35 'с. ш., 70°00' в. д.). Район представлен нетронутыми сухими ковыльными, ковыльно-типчачковыми и полынными степями на богатых перегноем каштановых почвах [12, с. 45]. В течение полевого сезона 2010 г. исследования проводились на территории пастбищных земель в Тургайском, Жангельдинском и Амангельдинском районах Костанайской области в Центральном Казахстане, которые расположены в пустынных ковыльных и полынных степях и полупустыне на бедных перегноем, сильно засоленных каштановых почвах и камбисоли.

На изучаемой территории случайным образом выбирались точки у бывших совхозов, закладывались 106 линейных трансект по 500 м, расстояние между которыми составляет 2 км: 26 трасект находились на используемых пашнях яровой пшеницы. Эти участки покрыты стерней, либо всходами пшеницы; 23 трансекты находились на полях, покрытых житняком гребенчатым *Agropyron cristatum*, для корма скота; 57 трансект находились на заброшенных зерновых полях различного возраста (до 16 лет). На изучаемой территории 15 маршрутов расположены у населенных пунктов, где преобладает выпас скота [9, с. 35; 16, с. 87–110]. Через каждый км вдоль маршрута перпендикулярно закладывались 2 трансекты. В целом, обследовано 7 населенных пунктов и получено 136 трансект.

На залежных землях учет птиц (белокрылого, черного и полевого жаворонков) проводился с 5 по 23 мая 2009 г. и с 25 мая по 13 июня 2009 г.

(малого жаворонка). На пастбищных землях учет птиц проводился с 7 мая по 26 мая 2010 г. Учет птиц проводился с 4 до 10 часов. Для учета использовался метод финских линейных трансект [12, с. 47]. Расстояния по перпендикуляру к каждой птице оценивалось в пределах расстояния полос 0–5 м, 5–10 м, 10–25 м, 25–50 м, 50–100 м, 100–200 м, 200–500 м и заносились в таблицу. Расстояние до птицы оценивалось с помощью с помощью лазерного дальномера (модель Bushnell Scout 1000).

Для описания характеристик вегетационного градиента залежных и пастбищных земель, которые отражают сукцессию и воздействие выпаса скота, выбраны следующие переменные: общее покрытие, покрытие разнотравьем, покрытие ковылем, покрытие полынью, максимальная высота растительности, покрытие навозом. Покрытия разнотравьем и полынью являются хорошими индикаторами интенсивности выпаса: полынь остается нетронутой, остальные травы поедаются животными, что приводит к повышению доли полыни в общей доле растительного покрова с увеличением пастбищной нагрузки [2, с. 239–242; 21, с. 43–46]. На заброшенных полях в растительном покрытии доминируют различными видами полыни.

На залежных землях описание проводилось на площадках 2 м x 2 м через каждые 100 м по каждому разрезу трансекты (6 участков в трансекте = 636 участков в общей сложности). Величины всех переменных среды обитания усреднены для анализа внутри данных 6 участков. На пастбищных землях проводилось описание только одного участка 10 м x 10 м на 1 разрез трансекты. Покрытие растениями оценивалось визуально с точностью до 10% (с точностью до 1% в случае с покрытием ниже 10%). В исследованиях учитывалось влияние крупного рогатого скота и овец, так как они концентрируются в плотные стада на небольших участках и, вероятно, влияют на состояние растительности сильнее, чем стада полудиких лошадей, которые свободно передвигаются по степи [21, с. 43–46]. Для количественной оценки пространственных масштабов передвижений и выпаса домашнего скота применялись GPS логгеры (устройства

слежения). Они были прикреплены к животным (11 голов крупного рогатого скота и 7 овец) в каждом населенном пункте Тургайской области с помощью специального ошейника. Логгеры были запрограммированы для фиксации положения животных и их позиций каждые пять минут с 06:00 до 18:00 в течение 5 дней. Полученные данные обработаны в программе Arcgis 9.3.

Данные по плотности населения птиц обрабатывались в программе DISTANCE 6.0. Расстояния от наблюдателя до каждой особи закладывались отдельно. Для разных видов жаворонков и их местообитаний составлены кривые обнаружения в программе DISTANCE 6.0. Моделирование кривых обнаружения видов проверялось с помощью информационного критерия Акаике. Для связи плотности птиц с переменными местообитаний использована нелинейная обобщенная аддитивная модель (Generalized Additive Model). Все модели построены с использованием квазиподхода Пуассона для проверки различной степени избыточного рассеивания. Участки исследования на залежных и пастбищных землях показали изменение растительности и дерна на большой площади, поэтому они были включены в качестве обязательного фактора для всех моделей.

Многомерные модели построены со всеми возможными комбинациями, с использованием одной из пары коррелированных переменных (коэффициент корреляции Спирмена $r_s \geq 0,7$), которые имели более высокий показатель r_s в одномерной модели. Для выбора наиболее информативных переменных, модели ранжированы по весу их QAIC_C (Quasi Akaike Information Criterion – Квази Акаике информационный критерий) и Акаике критериев. Модели с весом суммы до значения 0,95 рассматривались в качестве информативных [3, с. 36]. Для оценки степени перекрытия ниш видов жаворонков в пределах учтенных переменных местообитаний созданы обобщенные адаптивные модели смешанного типа (GAMMs). Анализ данных проводился в программе R 2.13.1 с использованием дополнительных пакетов «mgcv» и «randomForest» [11, с. 18–

22]. QAIC_C критерии ценности получены с помощью функции реализованной в пакете «MuMIn» [1, с. 23].

Результаты

В целом на исследованных участках залежных и пастбищных земель выявлено 180 видов 43 семейств высших сосудистых растений, при этом доминантами являются ковыли, полыни и типчак. В течение 8–11 лет на залежных и пастбищных участках площадь растительного покрытия возрастает, начиная с первого года от 10% до 60% на полях. Травянистое покрытие *Festuca sulcata* и *Stipa lessingiana* остается низким до 11 лет, впоследствии оно превышает 20%. Аналогичная картина получена и для различных видов древесной полыни *Artemisia austriaca*, *A. schrenckii* и *A. pauciflora*, в то время как покрытие травянистыми видами полыни *A. dracunculus* и *A. marschalliana* увеличивается в течение 8 лет, затем значительно снижается. Высота растительности возрастает до 60 см к 3 годам заброшенности и остается стабильной до 10 лет, затем снижается. Вероятно, это вызвано постепенным замещением высокорослых видов полыни на низкорослые степные злаки *Stipa lessingiana* и *Festuca valesiaca*. В растительном покрове старой луговой залежи присутствовали высокие растения *A. cristatum* (около 60%) и низкорослые виды полыней. На площадках выпаса скота в Тургайской области общее количество растительного покрова увеличивается вдоль пастбищных градиентов от 10% на краю поселения, до 30% на расстоянии 9 км от поселений. Это свидетельствует, вероятно, о высокой доле непокрытой поверхности земли в 1 км от населенного пункта. Травяной покров и покрытие древесными видами полыней *A. austriaca*, *A. pauciflora* и *A. semiarida* также увеличиваются по градиенту, но показывают менее выраженный узор, свидетельствующий о мозаичности выпаса. Максимальная высота растительности на данных участках сохраняется довольно низкой в пределах 2 км от населенных пунктов с последующим возрастанием по мере удаления от них.

Плотность выпаса скота оказалась самой высокой в радиусе 2 км от населенных пунктов и заметно снизилась в радиусе более 3 км. На территориях дальше 6 км выпас не проводился совсем или проводился с предельно низкой плотностью выпаса. Максимальное расстояние, на которое животные отходили от поселений, составляло 9,8 км для крупного рогатого скота и 7,6 км для овец.

Плотность полевого жаворонка *Alauda arvensis* и черного жаворонка *Melanocorypha yeltoniensis* возрастает с увеличением времени заброшенности поля до максимума в среднем на 9-м году, затем вновь снижается. Вероятно, экологический оптимум данных видов соответствует их гнездованию на средних и старых залежных землях. Плотность малых жаворонков *Calandrella brachydactyla* достигает высоких показателей на скошенных полях и недавно (<3 лет) брошенных, данный вид избегает старых залежных участков. Белокрылые жаворонки *Melanocorypha leucoptera* отмечаются на скошенных полях в низкой плотности ($d=0,02$ ос./га $\pm 0,01$ GP, $n=86$ трансекты), они избегают заброшенные поля уже после первого года. На полях, засеянных кормовыми травами, плотность полевого и черного жаворонков схожа с их плотностью на старых заброшенных пшеничных полях ($0,45$ ос./га $\pm 0,07$ SE и $1,44 \pm 0,12$ GP), в то время как плотность малого жаворонка низкая и составляет $0,06 \pm 0,04$ SE. Белокрылые жаворонки не отмечаются совсем. Полевой жаворонки и черный жаворонки показывают достаточно высокую плотность на высоких и плотных растительных покровах (общее покрытие растительности 60% и растительность высотой 60 см). Черный жаворонки не гнездятся на пастбищных участках. Малый жаворонки отсутствуют на травянистых участках с растительностью, высотой более 30 см, с высокой долей голой поверхности земли, как на скошенных полях, так и на недавно брошенных полях. Полевые жаворонки предпочитают участки со средней высотой травяного покрова. Покрытие сорной растительностью и древесной полынью положительно влияет как на полевого, так и на черного жаворонков, и отрицательно влияет на малого жаворонка.

Плотность всех видов жаворонков первоначально увеличивается с ростом расстояния от населенного пункта, что указывает на сильное влияние выпаса. Плотность белокрылого и полевого жаворонков достигает пика на промежуточных расстояниях и затем заметно сокращается. Расстояние до населенного пункта является значимой переменной для всех видов, кроме черного жаворонка. Переменная расстояния сохраняется в многомерной GAM модели с наивысшим весом, что предполагает сильное влияние выпаса на все виды жаворонков, с избеганием участков с сильным выпасом и предпочтением высокой и густой растительности. Для степных жаворонков оптимумом является около 40% наличия растительного покрова. Для белокрылых жаворонков важна высокая доля древесных видов полыней в растительном покрове участка. Полевые жаворонки отдают предпочтение сильно заросшим густым травянистым участкам с вкраплениями полыни. Плотность малого жаворонка снижается с увеличением общей доли растительного покрова.

Согласно обобщенной аддитивной модели (GAM), высота и площадь покрытия растительности участка являются наиболее важными переменными, влияющими на плотность населения исследуемых видов жаворонков (рис. 1).

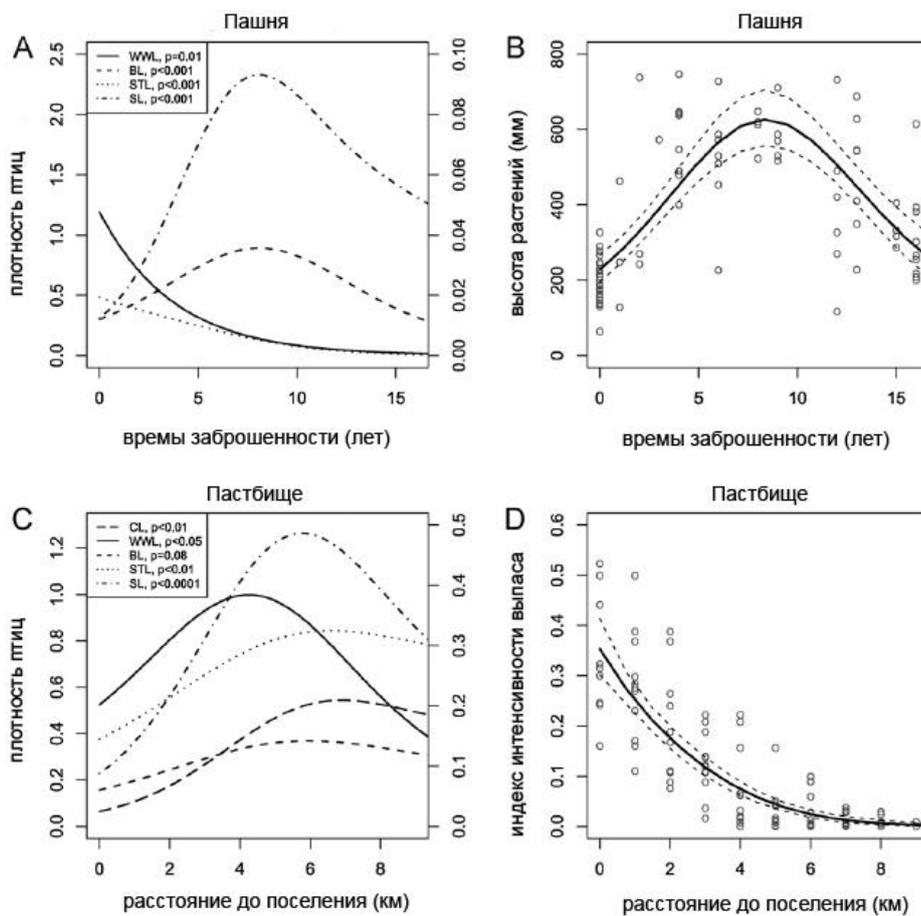


Рис. Визуализация одномерной обобщенной аддитивной модели (Gams) видов жаворонков по градиенту времени заброшенности поля и интенсивности выпаса. CL – степной жаворонок, WWL – белокрылый жаворонок, BL – черный жаворонок, STL – малый жаворонок, SL – полевой жаворонок.

Обсуждение

Исследования показали, что в условиях залежных земель засушливой степной зоны Центрального Казахстана экологические ниши модельных видов жаворонков достаточно четко разделены, тогда как на пастбищных землях сухих степей и полупустынь ниши жаворонков частично перекрываются.

Разделение экологических ниш у модельных видов жаворонков, вероятно, обусловлено различиями в длине и форме клюва: длина клюва увеличивается от среднего значения 11,2 мм у малых жаворонков до 18,9 мм у степных жаворонков [7, с. 56], форма клюва также сильно меняется, указывая на различные пищевые ниши. Жаворонки, живущие в плотно заросших

местообитаниях (заброшенные поля), имеют значительно более длинные пальцы и когти, чем те виды, которые населяют оголенные поверхности (стерня на полях, сильно выбитое скотом пастбище). Длинные пальцы и когти предназначены для облегчения перемещения по неровной и неустойчивой растительности («эффект снегоступов») [8, с. 126–133].

Для черных жаворонков и полевых жаворонков гнездование на заброшенных сельскохозяйственных землях постсоветского пространства обусловило увеличение их численности, в то время как белокрылые жаворонки и малые жаворонки не смогли гнездиться на участках залежных земель из-за неподходящей структуры растительности.

На залежных землях население чёрного жаворонка и полевого жаворонка увеличилось в период между 1991 и 2000 гг., но затем начало снижаться из-за рекультивации заброшенных полей [10, с. 2607–2614]. Тенденции изменения численности белокрылого и малого жаворонка противоположны.

Численность диких и домашних копытных упала в начале 90-х гг. XX века [16, с. 87–110]. После распада Советского Союза домашний скот, в основном, находится в частных владениях. Также после 90-х гг. водная инфраструктура страны разрушилась из-за вывода государственных субсидий, и сельские сообщества были не в состоянии поддерживать работу плотин и колодцев. Отсутствие топлива и оборудования привело к прекращению сезонных кочевок скота, увеличению биомассы растений, росту растительности и растительного покрова на обширных участках степей и полупустынь [4, с. 497–509; 6, с. 547–562].

Жаворонки, как правило, рассматриваются именно как «птицы сельхозугодий». Евразийские степи можно считать типичным местом обитания данной группы, где жаворонки образуют крупные и стабильные популяции. Таким образом, полученные данные, должны помочь понять выбор

местообитаний птицами на сельхозугодиях в других регионах с аналогичными условиями.

Заключение

Распределение модельных видов жаворонков в засушливых степных и полупустынных зонах Казахстана зависит от двух основных сельскохозяйственных градиентов: времени заброшенности сельхозугодий и интенсивности выпаса.

1. Изменение высоты растительности в зависимости от времени заброшенности сельхозугодий в гнездопригодных биотопах жаворонков имеет нелинейную зависимость. Высота растительности в начальный год составляет, в среднем, 20 см и затем медленно увеличивается. В течение 5–10 лет высота растительности достигает своего пика, в среднем, 60 см. Затем происходит медленный спад, и на 16-м году высота растительности составляет, в среднем, 25 см.

2. Изменение интенсивности выпаса в зависимости от расстояния до населенных пунктов в гнездопригодных биотопах жаворонков также характеризуется нелинейной зависимостью. Интенсивность выпаса достигает максимальной величины у самой границы населенных пунктов. При увеличении расстояния от населенных пунктов интенсивность выпаса падает. Структура и состав растительности пастбищных участков существенно меняются с момента прекращения сельскохозяйственной деятельности и с изменением интенсивности выпаса.

3. Модельные виды жаворонков показывают нелинейные градиенты в распределении экологических ниш. Черный, степной и полевой жаворонки отдают предпочтение более высокой растительности по сравнению с белокрылым и малым жаворонками.

4. Состояние популяций модельных видов жаворонков зависит от интенсивности выпаса скота. В целом, умеренный выпас хорошо сказывается на состоянии популяций всех исследуемых видов жаворонков.

Состояние популяций модельных видов жаворонков на обширной территории засушливых степей и полупустынь постсоветского пространства в целом, вероятно, обусловлено сельскохозяйственной заброшенностью и сокращением количества поголовья крупного рогатого скота.

Благодарности. Авторы выражают искреннюю признательность основным исполнителям данного исследования, выполнение которого было бы невозможно без их участия: Йоханес Камп, Татьяна Сидорова, Салемгереев Альберт, Уразалиев Руслан, Пауль Дональд, Норберт Холзлб, Михаил Бромбачер, Данияр Дозжанов, Талгат Кисыбаев, Саят Мухтаров, Генриетта Пуликова, Александр Питилин, Сергей Скляренко, Алена Шмиленко, Марк Ундерхилл, Штефан Зеер.

Библиографический список

1. Barton K. MuMIn: Multi-model Inference. R Package Version 1.0.0, Available at. 2011.
2. Bock C.E., Bock J.H., Kenney W.R., Hawthorne V.M. Responses of birds, rodents, and vegetation to livestock enclosure in a semidesert grassland site. *J. Range Manage.* 1984. 37, 239–242.
3. Burnham K.P., Anderson D.R. *Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information–Theoretic Approach.* Springer, 2002. New York.
4. De Beurs K., Henebry G. Land surface phenology, climatic variation, and institutional change: analyzing agricultural land cover change in Kazakhstan. *Remote Sens. Environ.* 2004. 89, 497–509.

5. Dolgushin I., Korelov M., Kuz'mina M., Gavrillov E., Gavrin V., Kovshar A., Borodikhin I., Rodionov E. Birds of Kazakhstan. Vol. 3. Academy of Sciences of the Kazakh SSR, Alma-Ata, 1970. (in Russian).
6. Dubinin M., Lushchekina A., Radeloff V. Climate, livestock, and vegetation: what drives fire increase in the arid ecosystems of Southern Russia *Ecosystems*. 2011.14, 547–562.
7. Glutz von Blotzheim, U.N., Blotzheim, U.N., Bauer, K.M., Bezzel, E. *Handbuch der Vögel Mitteleuropas*. Aula, Wiesbaden, 1987–1999 (in German).
8. Green R.E., Barnes K.N., Brooke M.D.L. How the longspur won its spurs: a study of claw and toe length in ground-dwelling passerine birds. *J. Zool.*, 2009. 277, 126–133.
9. Kamp J., Sheldon R., Koshkin M.A., Donald P.F., Biedermann R. Post-Soviet steppe management causes pronounced synanthropy in the globally threatened. 2009.
10. Kamp J., Urazaliev R., Donald P.F., Hülzel N. Post-Soviet agricultural change predicts future declines after recent recovery in Eurasian steppe bird populations. *Biol. Conserv.*, 2011.144, 2607–2614.
11. Liaw A., Wiener M. Classification and regression by randomForest. *R News*, 2002. 2, 18–22.
12. McCauley M., Khrushchev and the Development of Soviet Agriculture: The Virgin Lands Program 1953–1964. Holmes & Meier, New York, 1976.
13. McMahan B., Giralt D., Raurell M., Brotons L., Bota G. Identifying set-aside features for bird conservation and management in northeast Iberian pseudo steppes. *Bird Study*, 2010. 57, 289–300.
14. Moreira F. Relationships between vegetation structure and breeding bird densities in fallow cereal steppes in Castro Verde, Portugal. *Bird Study*, 1999. 46, 309–318.

15. Reino L., Porto M., Morgado R., Moreira F., Fabiao A., Santana J., Delgado A., Gordinho L., Cal J., Beja P. Effects of changed grazing regimes and habitat fragmentation on Mediterranean grassland birds. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 2010. 138, 27–34.
16. Robinson S., Milner-Gulland E.J. Political change and factors limiting numbers of wild and domestic ungulates in Kazakhstan. *Human Ecol.*, 2003. 31, 87–110.
17. Robinson S., Milner-Gulland E.J., Alimaev I. Rangeland degradation in Kazakhstan during the Soviet Era: re-examining the evidence. *J. Arid Environ.*, 2003. 53, 419–439.
18. Ryabov V.F. Changes in bird communities of the steppes of Northern Kazakhstan under human influence. *Ornitologiya*, 1974. 11, 279–297 (in Russian).
19. Serrano D., Astrain C. Microhabitat use and segregation of two sibling species of *Calandrella* larks during the breeding season: conservation and management strategies. *Biol. Conserv.*, 2005. 125, 391–397.
20. Suarez F., Hervás I., Herranz J. Las alondras de España peninsular. Dirección General para la Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid, 2009 (in Spanish).
21. Yunusbaev U.B., Musina L.B., Suyundukov Y.T. Dynamics of steppe vegetation under the effect of grazing by different farm animals. *Russ. J. Ecol.*, 2003. 34, 43–46.

Проектно-исследовательская работа обучающихся естественно-научной направленности во внеурочное время (из опыта работы)

Аксенова Марина Юрьевна¹, Вещунова Ксения Сергеевна²

¹кандидат географических наук, доцент кафедры географии и экологии, ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова»

г. Ульяновск, Россия

² заместитель директора по воспитательной работе, МБОУ Инзенская СШ №1, магистрант направление подготовки 44.04.01 Педагогическое образование направленность (профиль) География и туристско-рекреационная деятельность ФГБОУ ВО «Ульяновского государственного педагогического университета им. И.Н. Ульянова»

г. Инза, Россия

Аннотация. В статье рассказывается о том, как организовать проектно-исследовательскую деятельность в школе во внеурочное время. Проект в рамках исследовательской деятельности рассматривается как самостоятельная творческая работа обучающегося. Автор исходит из того, что проектно-исследовательская деятельность необходима как для обучающихся, так и для самого учителя. Подчеркивается особая роль проектно-исследовательской деятельности во внеурочное время. Указывается зависимость проектной деятельности и индивидуализации образовательного процесса. Представлены результаты по данной проблематике в МБОУ Инзенской СШ №1 Ульяновской области.

Ключевые слова: проектно-исследовательская деятельность, проектная деятельность, проект, внеурочная деятельность.

*«Я слышу – я забываю,
я вижу – я запоминаю,
я делаю – я усваиваю»
(Китайская мудрость).*

В современном обществе с каждым днем возрастает потребность в специалистах, которые обладают исследовательскими умениями в решении практических задач. В настоящее время в школах уделяется большое внимание проектно-исследовательской деятельности обучающихся во время урока, однако необходимо выходить за рамки урока и правильно использовать внеурочное время.

Проектно-исследовательская деятельность обучающихся представляет собой один из основных, важных факторов, который определяет развитие личности обучающегося и самого учителя.

В связи с этим среди разнообразных направлений современных методик и технологий наиболее эффективным, с моей точки зрения, является проектно-исследовательская деятельность во внеурочное время. Мозг ребенка, настроенный на получение знаний в творческой форме, гораздо легче воспринимает предложенную учителем форму работы с помощью проектно-исследовательской деятельности.

В современном мире в каждой школе, в каждом классе найдутся ученики, которые нестандартно мыслят, одаренные ребята отличаются умением быстро решить возникающие задачи, активно подходят к изучению проблем, и, если внеурочная деятельность организована с учётом этих особенностей, на основе поиска, то и результат имеет место быть.

Учителю необходимо так организовывать учебную деятельность, чтобы развивать у школьников необходимые навыки, умения, ведь почти каждому

ученику от природы дарована склонность к познанию и исследованию окружающего мира.

Развитие навыков исследовательской деятельности возможно через осуществление технологии проблемного обучения. Самостоятельная познавательная деятельность обучающихся является отличительным признаком для данной технологии. Результат данной технологии – у каждого ученика развивается стремление к самостоятельному поиску.

Для развития исследовательской деятельности необходимы нетрадиционные формы занятий, которые могут быть организованы в виде деловой игры, какого-то увлекательного путешествия, семинара или практикума. Эта деятельность предусматривает и работу во внеурочное время.

Обучающиеся могут написать исследовательскую работу, заняться проектной деятельностью, очень интересной формой является участие в олимпиадах, конкурсах (особенно очное), а также участие в научно-практических конференциях. Начать приобщать обучающихся можно через написание ими исследовательской работы. С точки зрения обучения ученика необходимо направить, обучить постановке цели, совместно сформулировать задачи работы, а также составить план исследования, дать рекомендации по использованию различных источников информации, а также анализу полученной информации.

По мнению К.М. Кантору проект – это проявление творческой активности человеческого сознания, «через который в культуре осуществляется деятельностный переход от небытия к бытию». Автор придает большое значение проекту как специфической форме сознания, которая конструирует любой трудовой процесс [6, с. 30].

Проект – это творческая деятельность, направленная на решение конкретной проблемы, на достижение заранее запланированного результата. Проект может включать в себя элементы докладов, рефератов, исследований и любых других видов самостоятельной творческой работы учащихся, но только как способы достижения результата проекта [7, с. 3 – 5].

Специфика проектной деятельности как деятельностной технологии обучения проявляется в том, что при работе над проектом необходимость осуществления деятельности ведет за собой активное, осмысленное приобретение, применение и закрепление соответствующих знаний.

Задачи проекта: научить формулировать проблему; научить систематизировать и классифицировать большие объемы информации, так как «именно она (география) учит, как интегрировать информацию, полученную из множества источников» [10, с. 115].

Как отмечает Е.С. Евдокимова, структура проектной деятельности содержит:

- анализ проблемы;
- постановка цели;
- выбор средств ее достижения;
- поиск и обработка информации, ее анализ и синтез;
- оценка полученных результатов и выводов [3, с. 43].

В педагогике по завершению работы над проектом выделяют:

- исходную проблему, которая должна быть решена (предложен способ ее решения);
- проектный продукт, который должен быть создан (как средство решения проблемы проекта);
- представляют письменный отчет о ходе работы над проектом;
- публичную защиту проекта, презентацию его результата.

В литературе выделяются следующие структурные компоненты проекта: тема проекта, актуальность, цели и задачи проекта, содержание проекта, этапы и сроки его реализации, предполагаемые результаты, оценка эффективности результатов проекта и социальная значимость [2, с. 32].

Проект как самостоятельная творческая работа обучающегося – это работа, направленная на решение конкретной проблемы, на достижение оптимальным способом заранее запланированного результата.

План работы над проектом – это перечень всех основных этапов и более мелких шагов, ведущих от проблемы проекта к его цели, воплощенной в проектном продукте.

Обобщая анализ изученной литературы, можно отметить, что проект понимается как:

- конечный продукт, решение проблемы различного характера и сфер их приложения [13, с. 23];
- форма организации занятий, предусматривающая совместную деятельность всех его участников по получению определенной продукции за конкретный промежуток времени [14, с. 18];
- дидактическое средство активизации познавательной деятельности, развития творческих способностей и формирования определенных личностных качеств [4, с. 33].

Механизм формирования активности учащихся включает: потребность в деятельности, интерес к творчеству, формирование ориентаций на создание нового продукта и наличие социальных установок на его реализацию, а также достижение поставленной цели [1, с. 154 – 155].

Проектная методика в МБОУ Инзенской СШ №1 используется и на уроках и во внеурочное время. Обучающиеся самостоятельно планируют, выполняют проектную работу, проводят анализ результатов, оценивают и представляют свой продукт общественности на конкурсах. Наибольший интерес представляет практическое применение знаний. Многие проекты, особенно те, которые используются далее на уроках по разным дисциплинам, являются результатом исследования окружающей действительности и позволяют сделать содержание учебного материала близким, интересным и более доступным, повысить мотивацию учеников к обучению. Во время работы над проектами обучающиеся знакомятся с учебной и научной литературой, учатся работать с приборами, проводить замеры, сопоставлять полученные данные с принятыми нормами.

Важное значение имеют при этом внутренние результаты – личностный рост обучающихся, умение организовать свое время, деятельность, научиться

принимать решения без участия педагога, родителей, самостоятельно оценивать результаты. Только в этом случае проектная работа может стать средством индивидуализации образовательного процесса. В то же время групповая форма работы при этом способствует развитию коммуникативной компетенции обучающихся. В нашей школе главной формой презентации результатов проектно-исследовательской деятельности школьников стал региональный конкурс исследований младших школьников «Малая академия», проводимая как в школе, так и на муниципальном уровне регионального конкурса в г. Барыш.

Ежегодно в январе месяце проводится классный отбор участников школьного этапа, затем школьный этап конкурса. Обучающихся оценивает компетентное жюри по следующим критериям:

- глубина исследования;
- владение научной и специальной терминологией;
- качество используемого демонстрационного материала;
- использование в работе известных результатов, фактов, а также знаний, не предусмотренных школьной программой;
- практическая направленность работы;
- оригинальность подхода;
- качество ответов на вопросы;
- степень новизны полученных результатов;
- эрудиция участника;
- чёткость выводов, обобщающих выступление.

В прошлом, 2016-2017 учебном году одной из лучших работ на ней была признана работа ученика второго класса нашей школы Силантьева Матвея «Ухо-не только орган слуха». Не секрет, что найти интересную тему это полдела. Но самый лучший вариант, когда сам ученик придумал тему и выполнил работу. Такое бывает, но редко. Матвей ученик, который сам заинтересовался, когда летом после купания в озере он стал плохо слышать одним ухом. После дискомфорта, который испытал мальчик, он обратился к своему дедушке. А

дедушка, в свою очередь, пояснил, что причиной заложенности уха великое множество: насморк и простуда, инородное тело, аллергия, отит, отосклероз, изменение артериального давления и т.д. Именно тогда, мальчик задумался о важности органа слуха, поэтому решил подробнее изучить этот орган. Так возникла идея его исследования. При изучении он выяснил, что ухо является не только органом слуха, но выполняет ещё и другую функцию в организме человека.

Цель данного проекта – выяснить, как орган слуха влияет на состояние человека и какую роль выполняет в его жизни. Объектом исследования было ухо человека. Матвей начал свою работу с анализа научной литературы и систематизации информации, затем наблюдал за работой врача оториноларинголога – Анисимова Николая Ивановича (дедушка Матвея), затем проводил эксперименты и исследования.

Обучающийся выдвинул гипотезу, что ухо является не только органом слуха, с помощью которого мы можем слышать музыку, речь, шум и другие окружающие нас звуки, но и равновесия.

В ходе своей деятельности Матвей рассмотрел строение уха, слуховую функцию, какие существуют методы обследования уха. В практической части, для того чтобы удостовериться в том, что ухо – это орган слуха и равновесия, мальчик провёл в классе свои исследования в форме игры с одноклассниками. После проведенных исследований и консультации со своим дедушкой, выдвинутая гипотеза подтвердилась и Матвей доказал, что ухо – не только орган слуха, ухо ещё является и органом равновесия, с помощью которого человек может ориентироваться в пространстве и удерживать равновесие тела. Готовым продуктом этой работы стала публичная защита проекта, презентация и буклеты «Как сохранить хороший слух на долгие годы».

Выполненная работа заслужила высокую оценку строго жюри в конкурсе проектов обучающихся общеобразовательных учреждений Базарносызганского, Барышского, Кузоватовского и Инзенского районов.

Работая над проектами и защищая их на различных уровнях, обучающиеся учатся не только умению логически мыслить, анализировать, отстаивать свою точку зрения, выступать публично, но испытать удовлетворение от своего труда и радость победы.

Внеурочная проектная деятельность является мощным дополнительным средством формирования интереса к предмету, средством расширения и углубления знаний, приобретаемых обучающимися на уроках.

Библиографический список

1. Бердникова М. Н. Проектная деятельность как способ формирования инновационной активности студентов // М. Н. Бердникова, Н. Ю. Припяткина Успехи современного естествознания. 2011. № 8. С. 154 – 155.

2. Голуб Г. Б. Метод проектов как технология формирования ключевых компетентностей учащихся / Г. Б. Голуб, О. В. Чуракова. Самара: «Профи» ЦПО, 2003. 230 с.

3. Евдокимова Е. С. Технология проектирования в ДОУ. М.: ТЦ Сфера, 2006. 64 с.

4. Марков А. П. Основы социо-культурного проектирования: учебное пособие. Санкт - Петербург, 1997. 178 с.

5. Методика организации учебного исследования: материалы IV Городской открытой научно-практической конференции, Исследователь, 10.03.2017. М., 2017. 106 с.

6. Матяш Н. В. Психология проектной деятельности школьников : дис. на соискание степени д-ра психол. Наук / Н. В. Матяш. Брянск, 2000. 334 с.

7. Падикова М. В. Проектная деятельность в школе / М. В. Падикова // Школа. Салехард ЯНАО. 2011. С. 3 – 5.

8. Пахомова Н. Ю. Метод учебных проектов в образовательном учреждении: Пособие для учителей и студентов педагогических вузов. М.: АРКТИ, 2003. 112 с.

9. Поливанова К. Н. Проектная деятельность школьников: пособие для учителя / К.Н. Поливанова. – 2-е изд. М.: Просвещение, 2011. 192 с.

10. Полат Е. С., Бухарина М. Ю. Современные педагогические информационные технологии в системе образования. М.: Издательский центр «Академия», 2010. 368 с.

11. Развитие исследовательской деятельности участников образовательного процесса как условие реализации ФГОС общего образования: материалы 42-й областной научно – практической конференции учителей химии, биологии, географии, экологии общеобразовательных учреждений г. Кирова и Кировской области / Сост. Носова Н. В., ИРО Кировской области. Киров: ООО «Типография «Старая Вятка», 2014. 120 с.

12. Савенков А. И. Содержание и организация исследовательского обучения школьников. М., 2003. 204 с.

13. Ховякова А. Метод проектов как технология формирования информационной компетентности ребенка дошкольного возраста // Детский сад от А до Я. 2010. № 2. С. 144 – 150.

14. Хуторской А. В. Развитие одаренности школьников: методика продуктивного обучения: пособие для учителя. М.: ВЛАДОС, 2000. 278 с.

УДК: 37.026.6

ББК: 74.26

Творческие проекты по географии: эффективность их использования на уроках и во внеурочной деятельности для повышения качества образования

Аксенова Марина Юрьевна¹, Данилова Анастасия Наильевна²,

¹ кандидат географических наук, доцент кафедры географии и экологии, ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова»

г. Ульяновск, Россия

² учитель географии и биологии МБОУ «Лицей ФМИ №40» при УлГУ, магистрант направление подготовки 44.04.01 Педагогическое образование

направленность (профиль) География и туристско-рекреационная
деятельность ФГБОУ ВО «Ульяновского государственного
педагогического университета им. И.Н. Ульянова»

г. Ульяновск, Россия

Аннотация. Рассматривается эффективность использования творческих работ на уроках географии и на внеурочной деятельности. Авторы исходят из того, что творческий подход в обучении становится неотъемлемой частью в получении знаний в условиях ФГОС. Подчеркивается особая роль метода творческих проектов в образовательных учреждениях разных звеньев обучения. Указывается зависимость современных проблем российского университетского образования от исторических особенностей его становления. Обозначаются основные проблемы, возникающие при использовании данного подхода в обучении, намечаются пути их решения на основе анализа собственной педагогической деятельности

Ключевые слова: метод проектов, проектная деятельность на уроках и во внеурочной деятельности, творческие проекты, способы повышения качества обучения в образовательных организациях.

Образованный человек в современном обществе – это не только вооруженный знаниями, но умеющий добывать, приобретать необходимые знания, делать это целенаправленно по мере возникновения у него такой потребности при решении стоящих перед ним проблем, умеющий применить знания в любой жизненной ситуации. Выпускник школы, который будет жить, и трудиться в XXI веке, должен адаптироваться в быстро меняющихся жизненных ситуациях, самостоятельно критически мыслить, быть коммуникабельным, контактным в различных социальных группах.

Исходя из требований ФГОСа, потребностей в знаниях учеников и личного опыта, передо мной встала **актуальная** для большинства молодых педагогов **проблема:** «Как повысить качество обучения по географии, сохранив при этом высокий интерес к обучению у школьников? Какие инструменты использовать? Как сделать процесс обучения более эффективным и доступным, но в то же

время удовлетворяющим личностные творческие потребности и способности каждого ученика?»

Таким образом **цель** исследования – доказать эффективность применения творческих работ для повышения качества обучения. Для достижения поставленной цели, необходимо было решить следующие **задачи**:

- анализ различных источников информации по выбранной теме исследования;

- изучение метода проектов: особенности, виды, достоинства и недостатки, а также возможности его применения на уроках и на внеурочной деятельности;

- наметить перспективы дальнейшей работы по организации проектной деятельности на уроках географии и во внеурочной деятельности;

- применение творческих проектов в собственной педагогической деятельности;

- провести диагностику и выявить преимущества применения метода проектов;

- сравнить результаты качества знаний на начальном этапе и в процессе выполнения творческих проектов;

- оценить степень мотивации школьников к изучению предмета, участвующих в творческой деятельности и школьников.

Поиск инновационных идей привел к тому, что для построения эффективного процесса обучения необходимо выполнение всех системно-деятельностных, групповых, игровых, ролевых, практико-ориентированных, проблемных, рефлексивных и прочих форм и методов обучения. Среди разнообразных направлений современных методик и технологий лучше всего, на мой взгляд, подходит метод проектов.

С каждым годом интерес к этому методу возрастает все больше и больше. Это можно объяснить следующими причинами:

- на уроках особое внимание уделяется овладению учащимися методом научного познания окружающего мира: теоретическому, экспериментальному, что не интересно детям с низкими познавательными способностями;

- современные дети стали меньше читать. Сейчас школьники редко ищут ответы в книгах. Чаще всего необходимую информацию школьники находят в интернете. Просторы интернета – ресурс с огромным количеством разнообразной информации, но каково ее качество? Поэтому дети должны уметь самостоятельно анализировать, сравнивать, обобщать, видеть проблему, формулировать гипотезу, искать средства для решения, проводить корректировку полученных результатов. Справиться с этими задачами помогает приобщение школьников к творческой деятельности.

Проект – это возможность учащихся выразить собственные идеи в удобной для них, творчески продуманной форме [4, с.10-13].

Проект – (от латинского «выступающий вперед») – предположение о том, что необходимо сделать для достижения поставленной цели [2, с. 12].

Проект – это деятельность по достижению нового результата в рамках установленного времени с учетом определенных ресурсов. Описание конкретной ситуации, которая должна быть улучшена, и конкретных методов по ее улучшению.

В научной литературе есть огромное количество типологий проектов. Познакомимся с основными из них.

Типы проектов

В своих работах Харитонов Н.П. выделяет классификацию проектов по характеру проектируемых изменений и по направлениям деятельности. Он считает, что по характеру проектируемых изменений проекты можно разделить на инновационные и поддерживающие.

По направлениям деятельности он выделяет следующую классификацию проектов: образовательные, научно-технические, социальные [5, с. 13-15].

В трудах других педагогов наиболее часто встречается классификация проектов по особенностям финансирования: инвестиционные, спонсорские, кредитные, бюджетные, благотворительные.

Лернер И.Я представляет классификацию проектов по масштабам. Он выделяет: мегапроекты, малые проекты, микропроекты [1 с. 18].

В ходе проведенного анализа сроков реализации в МБОУ «Лицей ФМИ №40» при УлГУ г. Ульяновска сформулирована следующая классификация проектов:

- краткосрочные (5-6 класс);
- среднесрочные – 1 неделя – 1 месяц (7-8 класс во внеурочное время);
- долгосрочные – 1 месяц и более (8-11 класс).

Анализ трудов Пахомовой Н.Ю. приводит к выделению классификации проектов по предметно-содержательной области:

- предметные (обучающиеся выбирают их наиболее часто);
- межпредметные (с историей, литературой, биологией и т.д.).

В трудах педагогов. Чья деятельность направлена на исследование особенностей видов презентации проектов представлена следующая их характеристика:

- научный доклад;
- деловая игра;
- демонстрация видеофильма;
- экскурсия;
- телепередача;
- научная конференция;
- инсценировка;
- театрализация;
- игры с залом;
- защита на Ученом Совете;
- диалог исторических или литературных персонажей;
- спортивная игра;
- спектакль;
- путешествие;
- реклама;
- пресс-конференция.

В образовании Е.С. Полат выделяет следующие виды проектов:

- исследовательские проекты – научное исследование, включающее обоснование актуальности выбранного проекта, обозначение задач исследования, выдвижение гипотезы и ее проверка, обсуждение полученных результатов;

- творческие проекты – максимально свободный, нетрадиционный подход к оформлению ю результатов. Это статьи, доклады, презентации, игры, видеофильмы, модели и т.д.

-приключенческо-игровые (ролевые) проекты – наиболее сложные в разработке и реализации, т. к. участники проекта берут на себя роли литературных, исторических персонажей, выдуманных героев и т.д. Результат проекта остается открытым до самого окончания;

- информационные проекты – сбор информации о каком-то объекте, явлении с целью анализа, обобщения и представления для широкой аудитории;

- практико-ориентированные проекты нацелены на удовлетворение социальных интересов самих обучающихся. Конечный продукт определен заранее и впоследствии может быть использован для в жизни класса, школы, микрорайона, города и т.д. [4, с. 21].

Такое разнообразие проектов дает возможность каждому из обучающихся выбрать вид проекта, удовлетворяющий его личностные потребности. Каждый ребенок может выбрать направление. свойственное его познавательным способностям и интересам. Такой подход в обучении, безусловно, делает метод проектов отличным инструментов для повышения качества обучения школьников как на уроках, так и на внеурочной деятельности.

Таким образом можно выделить следующие преимущества проектов:

- высокая степень мотивации к изучению предмета;
- улучшение дисциплины на уроках;
- удовлетворение творческих потребностей каждого ученика;
- учит взаимодействовать учеников друг с другом и с учителем;
- высокая вариативность тем и форм выполнения проектов;

- повышение качества обучения в процессе выполнения проектов, за счет приобретения познавательных, практических, оценочных знаний и умений;

- использование наглядных объектов, полученных в ходе выполнения проекта, в дальнейшей деятельности учителя и учеников;

- развитие личностного и творческого потенциала обучающихся.

Стоит отметить, проекты не отвергают остальных методов обучения, они их дополняют. При этом развивают внутренний мир, интеллектуальные способности, коммуникабельность, личностный и общекультурный рост, что дает возможность обучающемуся адаптироваться в быстро изменяющемся мире.

Результаты использования творческих проектов на уроках географии и на внеурочной деятельности привели к соответствующим результатам.

На уроках в 5-7 классах обучающиеся МБОУ «Лицей ФМИ №40» при УлГУ чаще всего выбирают творческие проекты, т. к. они имеют широкую вариативность предоставления результатов.

Критерии оценивания эффективности творческих проектов (из личной педагогической практики):

- общее количество проектов, выполненное в течение учебного года;

- сложность выбранных тем проектов;

- результаты успеваемости по предмету;

- уровень мотивации учеников к изучению предмета;

- количество учеников, принявших участие в олимпиадах, конкурсах, конференциях, викторинах географической направленности и их динамика;

- количество детей, посещающих внеурочную деятельность по географии.

Анализ деятельности привел к следующим выводам:

- количество проектов за год увеличилось на 17%. В каждом классе 5-6 человек стабильно выполняет творческие проекты по изучаемым темам в течение учебного года;

- сложность тем, выбранных проектов изменяется при переходе из одного класса в другой, более старший.

Изучая, творческие проекты, анализируя темы выбранных проектов, замечено, что ученики при переходе из одного класса в другой выбирают более сложные как темы проектов, так и способы предоставления конечного продукта (табл. 1.).

Таблица 1.

Проекты учеников 5 и 6 классов МБОУ «Лицей ФМИ №40» при УлГУ

Творческие проекты по географии учеников 5 класса	Творческие проекты по географии учеников 6 класса
<ul style="list-style-type: none"> - модели глобуса из подручных - средств; - простые объемные модели Земли; - модели планет; - модель Солнечной системы; - модель вулкана - газеты о великих географических открытиях и путешественниках; - проектируют новые модели Вселенной; - сообщения о происхождении Земли, космосе. 	<ul style="list-style-type: none"> - модели речных долин; - схемы круговоротов воды и веществ в природе; - доклады и презентации о методах изучения атмосферы; - экологические проекты о природной зоне, в которой они живут. - коллекции минералов и горных пород.

Таблица составлена автором

На основе сравнительного анализа проектов учеников 5 и 6 классов удалось проследить, как меняется выбор проектов при переходе в более старший класс. В основном такая динамика связана с изменением тем учебной программы по предмету. Хотя решающим фактором для части учеников становятся увлекательная работа над предыдущим проектом и его успешная презентация.

В 7 и 8 классах обучающиеся выбирают уже наиболее интересные для них проекты, пробуют новые формы предоставления конечного продукта (табл. 2.).

Таблица 2.

Проекты учеников 7 и 8 классов МБОУ «Лицей ФМИ №40» при УлГУ

Творческие проекты по географии учеников 7 класса	Творческие проекты по географии учеников 8 класса
<ul style="list-style-type: none"> - моделях материков и океанов; - путеводители по достопримечательностям материка; 	<ul style="list-style-type: none"> - доклады об экологическом состоянии морей России (анализируют современное состояние, изучив различные источники информации, а

<ul style="list-style-type: none"> - схемы строения географической оболочки, круговоротов веществ, воды, энергии; - этнографические проекты о традициях и обычаях разных народов; - этнографические проекты о народах Ульяновской области; - проект «Национальные костюмы, и предметы быта народов Ульяновской области»; - переписи учеников школы и ближайшего окружения (самостоятельно готовят вопросы анкеты, проводят анкетирование и обработку данных, делают анализ полученных результатов); - модели демографической ситуации к 2050г, 2100 г. т.д. 	<p>также приобщают личный опыт, предлагают собственные пути решения возникших экологических проблем);</p> <ul style="list-style-type: none"> - путеводители по достопримечательностям Ульяновской области (школьники составляют их на основе имеющихся у них знаний об объекте, после его непосредственного посещения); - проект об истории названий улиц города, поселков и деревень Ульяновской области; - магнитная карта административных районов Ульяновской области; - видеоролики об уникальных местах России и родного края; - разрабатывают и проводят для младших школьников экологические уроки, направленные на получение знаний об эффективных способах экономии электроэнергии, о водосбережении, дают простейшие советы, которые можно использовать ежедневно; - разработка модели «ЭКОДОМ»
---	--

Таблица составлена автором

Анализ данных (табл. 2) показывает, что ученики выбирают как проекты по темам учебной программы, так и предлагают новые проекты, выходящие за рамки школьной программы по предмету. Все чаще проекты учеников 8 класса носят межпредметный характер. Такой подход говорит об увлеченности школьников предметом география.

Мониторинг успеваемости по предмету показал, что успеваемость учеников, принимающих участие в разработке творческих проектов, значительно выросла. В ходе мониторинга удалось установить, что 5 классе успеваемость по предмету часто высокая (табл. 3).

Таблица 3.

Мониторинг успеваемости по географии обучающихся 5 класса МБОУ

«Лицей ФМИ №40» при УлГУ

2016-2017 учебный год				2017-2018 учебный год
1 четверть	2 четверть	3 четверть	4 четверть	1 четверть
73,3%	71,5%	75,3%	77,2%	74,1%

Таблица составлена автором

Такой результат обуславливается высокой степенью мотивации школьников к изучению предметов. Ученикам в 5 классе пока еще интересно и легко учиться. Вновь появившиеся предметы увлекательны. При переходе в следующий класс на начало года показатели несколько уменьшается. Главная причина – вхождение в образовательный процесс после длительных каникул.

Шестиклассники, по сравнению с учениками 5 класса показывают результат несколько ниже (табл. 4).

Таблица 4.

Мониторинг успеваемости по географии обучающихся 6 класса МБОУ
«Лицей ФМИ №40» при УлГУ

2016-2017 учебный год				2017-2018 учебный год
1 четверть	2 четверть	3 четверть	4 четверть	1 четверть
67,3 %	69,4%	71,3%	72,2 %	70,1%

Таблица составлена автором

В 6 классе у обучающихся появляются новые предметы в школьной программе. Меняются и интересы школьников и, как следствие, на процессе обучения сосредотачиваться становится сложнее. Но в течение года заметна положительная динамика. В начале следующего учебного года успеваемость снова снижается.

Ученики 7 класса наименее стабильны по успеваемости в силу физиологических изменений (табл. 5).

Таблица 5.

Мониторинг успеваемости по географии обучающихся 7 класса
МБОУ «Лицей ФМИ №40» при УлГУ

2016-2017 учебный год				2017-2018 учебный год
1 четверть	2 четверть	3 четверть	4 четверть	1 четверть
65,3 %	68,5%	68,3%	70,2 %	69,1%

Таблица составлена автором

Результаты успеваемости учеников 7 класса несколько ниже по сравнению с предыдущими годами обучения. Новые предметы, друзья, увлечения являются главной причиной такого скачка в успеваемости.

Уровень мотивации у школьников вырос. Это можно увидеть по результатам среднего балла по предмету: произошло повышение на 0,3%

Важным критерием для оценки эффективности творческих проектов является количество учеников, посещающих внеурочную деятельность по географии (рис.1).

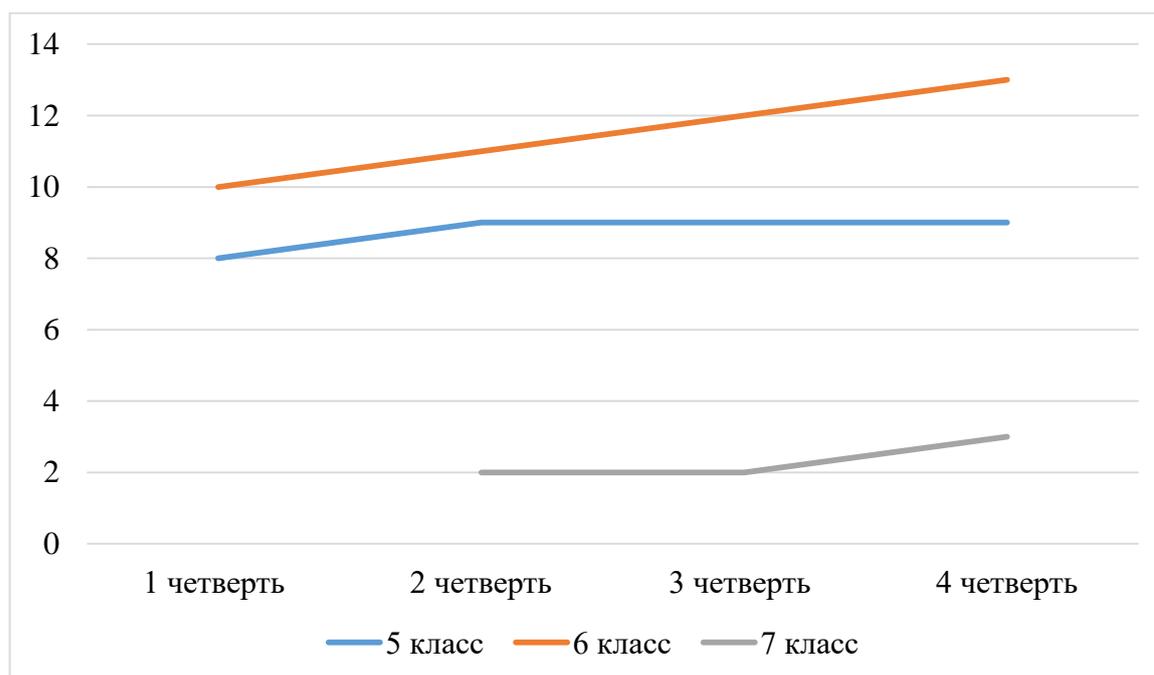


Рис. 1. Количество учеников, посещающих внеурочную деятельность по географии в 2016-2017 учебном году" [составлена автором]

В 2016-2017 учебном году количество детей, посещающих внеурочную деятельность, составляло 18 учеников 5-6 классов на начало года. К концу учебного года количество учеников увеличилось до 24 человек. Появились ученики из 7 классов. Такие показатели объясняются ростом интереса к

предмету, удовлетворением личностных, творческих и коммуникативных потребностей. На внеурочной деятельности общаются в процессе подготовки совместных проектов.

В 2017-2018 учебном году на начало учебного года количество учеников, посещающих внеурочную деятельность по географии, составило 38 человек. Такой показатель объясняется тем, что в 5 и 7 классах ученикам интереснее изучать предметы естественно-географического профиля. Ученики 8 класса отдают предпочтение внеурочной деятельности, которая даст возможности для приобретения умений и навыков, необходимых для будущей профессии.

Важным показателем внедрения творческих проектов для эффективности обучения является количество учеников, принявших участие в различных викторинах, олимпиадах, конкурсах и конференциях географической направленности (рис. 2.)

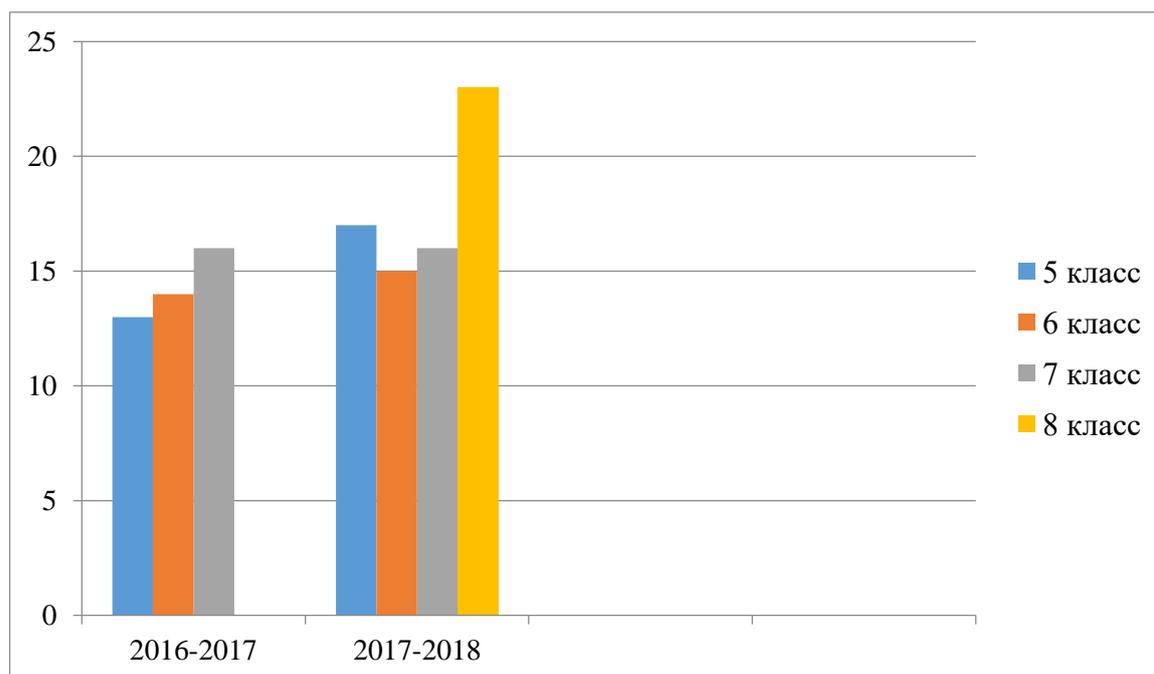


Рис. 2. Количество учеников МБОУ "Лицей ФМИ №40" при УлГУ, принявших участие в школьном этапе Всероссийской олимпиады школьников по географии"[составлена автором]

При этом, за год 10 человек приняли участие в интернет викторинах и конкурсах, 11 человек в заочных этапах конкурсов по экологии и краеведению.

Около 30 человек приняли активное участие при проведении предметной недели в школе.

Было проведено анкетирование, цель которого – узнать, что думают школьники о географии, ее задачах и пользе ее изучения, об уровне своих знаний по данному предмету. Приведем выдержки обучающихся из анкет:

- учащиеся 5 класса: «...знания по географии позволяют больше узнать об окружающем мире...»

- учащиеся 6 класса: «...предмет география учит думать, искать ответы...»

- учащиеся 7 класса: «...знания, полученные на уроке географии, я могу применить в жизни...»

- учащиеся 8 класса: «...знания, полученные на уроках географии, пригодятся в будущей профессии». «На уроках мне важнее узнавать, понимать, разбираться в материале, чем получать отметки...».

Таким образом, обращая внимания на цель данного исследования, можно сформулировать следующие выводы:

- творческие проекты – эффективный инструмент для повышения качества образования;

- именно творческие проекты имеют огромную вариативность форм и методов презентации конечного продукта;

- творческие проекты делают образовательный процесс более доступным, интересным и увлекательным, приобщают школьников к исследовательской деятельности.

- творческие проекты – эффективный инструмент для раскрытия творческого и личностного потенциала каждого из школьников.

Если ученик сумеет справиться с работой над творческим проектом, можно надеяться, что в настоящей взрослой жизни он окажется более приспособленным: сумеет планировать собственную деятельность, быстро ориентироваться в разнообразных ситуациях, совместно работать с различными людьми, т.е. адаптироваться к меняющимся условиям.

Проектная деятельность прививает владение универсальными способами деятельности, владение коммуникативными навыками, навыками коллективного труда, владение специфическими навыками учебного труда (способность к самообразованию), нормами и эталонами социальной жизнедеятельности (воспитанность). Если ученик будет обладать указанными свойствами, то он будет, с большой долей вероятности, реализован в современном обществе

Библиографический список

1. ГОСТ 7.1.84 . Введ. 01.01.86 . М, 1984. 75с.
2. Лернер И. Я. Проблемное обучение.- М.: Знание, 1974. 120 с.
3. Пахомова Н. Ю. Метод учебных проектов в образовательном учреждении: Пособие для учителей и студентов педагогических вузов. М.: АРКТИ, 2003. 112с.
4. Полат Е.С. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования / Е.С. Полат, М.Ю. Бухаркина, М.В.Моисеева, А.Е. Петрова. М.: 2004. 272 с.
5. Харитонов Н. П. Основы проведения школьниками исследовательских работ //Развитие исследовательской деятельности учащихся: Методический сборник/ сост. и ред. А.С.Обухов. М.: Народное образование, 2001. 123 с.

Сельскохозяйственные науки

УДК: 634.1.047

ББК 42.355

Фитосанитарное состояние сада КФХ «Дубенки» Ульяновской области: обследование и разработка мероприятий для его дальнейшего использования

Фирсова Наталья Евгеньевна,

студентка 2 курса магистратуры естественно-географического факультета, Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова;

Пырова Анна Владимировна,

студентка 2 курса бакалавриата естественно-географического факультета, Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова;

Пырова Светлана Александровна,

научный руководитель, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биологии и химии, Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова.

г. Ульяновск, Россия

Аннотация: санкционная политика в отношении РФ диктует поиск альтернативных путей наполнения российского рынка некоторыми продуктами сельскохозяйственного производства и продовольствия. Ограничение импорта фруктов становится причиной роста цен даже на такой обычный продукт, как яблоки. Ульяновская область способна собственными силами удовлетворить потребности местного населения в продуктах садоводства, в частности яблоках. Для этого необходимо возобновление промышленного плодовоговодства в

Ульяновской области и улучшение состояния ранее заброшенных садов, что позволит поставлять необходимое количество фруктов для населения.

Ключевые слова: сад, структура сада, болезни и вредители плодовых культур.

Яблоки - это самый распространенный продукт плодоводства, который практически целый год присутствует в нашем рационе. Яблоки являются уникальным источником витаминов и ценных для организма веществ [3,5].

Потребление яблок в России составляет порядка 1,6 миллиона тонн в год. Масштабы годового импорта товарных плодов огромны – около 1,3 миллиона тонн [2]. Основными поставщиками этой продукции на территорию России были страны ЕС, в наибольшей степени Польша. Однако 6 августа 2014 года правительство России запретило к ввозу ряд продуктов из стран ЕС, США, Канады, Норвегии и Австралии, в том числе и яблок. По данным Росстата, с июня 2014 по июнь 2015 года индекс потребительских цен вырос на 18,8%. Яблоки подорожали на 38%, и их потребление заметно снизилось.

Садоводство в России – это целая отрасль экономики, имеющая важное социальное, политическое и экономическое значение [4]. В Ульяновской области площадь садов составляет 6000 га, из них плодоносящих 300 га, молодых 70 га, питомников 10 га, но большинство из них находятся в заброшенном состоянии. Для обеспечения поставок на областной рынок яблок по приемлемым ценам и надлежащего качества, удовлетворения потребности населения в местной плодовой продукции необходимо возобновление отраслей садоводства. Актуальным представляется комплексное изучение состояния плодовых хозяйств и выработка способов восстановления заброшенных садов в Ульяновской области.

Цель работы заключалась в обследовании сада «Крестьянского (фермерского) хозяйства "Дубенки"» Майнского района Ульяновской области, разработка мероприятий для его восстановления и дальнейшего использования.

В соответствии с поставленной целью необходимо было решить следующие задачи:

1. Определить структуру сада и провести сортоизучение плодовых культур;
2. Изучить сохранность растений и фитосанитарное состояние сада;
3. Разработать мероприятия по улучшению состояния сада.

Работа имеет научную новизну и практическую значимость, так как такие исследования в Ульяновской области не проводятся.

Крестьянское (фермерское) хозяйство «Дубенки» находится на территории Старомаклашинского сельского поселения, расположенного в северной части Майнского района Ульяновской области. Центральное месторасположение делает сад более удобным для реализации получаемой продукции. В настоящее время сад находится в заброшенном состоянии. Исследования территории и структуры сада, проведенные нами в 2014-2015 гг. показали, что яблони высажены на трех кварталах с разделением сортов по срокам созревания (скороплодности): летние, осенние, зимние. По данным М.В. Валяйкиной, В.М. Дементьевой и др. [1], соотношение плодовых пород летних, осенних и зимних сортов в садах Ульяновской области для северной зоны должно быть 9%:28%:63% соответственно.

Соотношение площадей, выделенных для выращивания сортов, отличающихся по срокам созревания, в саду КФК «Дубенки» составляет: летние сорта – 8,9%, осенние – 30,3%, зимние – 60,8% (табл. 1). Следовательно, структура сада незначительно отличается от оптимальной и соответствует стандартам. В посадках было выявлено 12 сортов яблонь, из которых 4 сорта летнего срока созревания, 4 сорта осеннего срока и 4 сорта зимнего срока созревания. Известно, что яблоки летних сортов быстро портятся и не подлежат длительному хранению. Особенно это характерно для сортов Белый налив и Медуница. Очевидно, поэтому под данные сорта была отведена наименьшая площадь, и оба сорта были размещены в одном ряду.

При определении сохранности растений (табл. 2) показало, что средняя сохранность растений составляет 90%. По нашему мнению, высокая сохранность

растений является следствием правильного и логичного подбора сортов при закладке сада. Все сорта отличаются зимостойкостью и высокой устойчивостью к заболеваниям.

Таблица 1.

Структура сада КФХ «Дубенки»

Группа скороплодности	Сорта	Количество рядов, шт	Общее количество растений, шт	Площадь, га
Летние	Анис сладкий (он же Плодовитка летняя, Терентьевка)	3	502	1,4
	Папировка (он же Алебастровое)	2	335	0,9
	Грушовка московская	3	502	1,4
	Белый налив	1	167	0,5
Итого	4	9	1506	4,2
Осенние	Антоновка	8	1336	3,8
	Жигулевское	7	1169	3,3
	Штрейфлинг (он же Осеннее полосатое)	7	1169	3,3
	Спартак	8	1336	3,8
Итого	4	30	5010	14,2
Зимние	Кутузовец	18	3006	8,4
	Синап	21	3507	9,8
	Пепин Шафранный	12	2004	5,6
	Орлик	10	1670	4,7
Итого	4	61	10187	28,5
ВСЕГО	12	100	16703	47

Можно предположить, что в период промышленного использования осуществлялся правильный уход за садовыми растениями.

Наибольшая гибель отмечена среди летних сортов яблонь, которая составляет 80,9% (табл. 2). Сохранность яблонь сортов Белый налив и Медуница составляет всего 19%. В наибольшей степени погибли растения сорта Белый налив (129 шт.). Этот сорт имеет ряд недостатков. Плоды часто повреждаются плодовой жоркой и при несоблюдении агротехнических приемов и запаздывании в сборе практически весь урожай может погибнуть (превратиться в «падалицу»).

Тонкая нежная кожица яблок чувствительна к ударам и прикосновениям и в течение нескольких минут под ней проявляются темные следы. Яблоки с темными подкожными пятнами подвержены гниению. Все указанное снижает качество плодов, следовательно, сорт Белый налив нужно заменить на сорт с аналогичным сроком созревания – например, сорт Мантет, период созревания которого более растянут (весь август).

Таблица 2.

Сохранность растений в саду КФХ «Дубенки»

Сорт	Количество растений, шт.		Сохранность растений, %	Необходимое количество посадочного материала, шт.
	посажено	сохранившихся		
Летняя группа				
Анис сладкий	502	429	85	73
Папировка	335	293	87	42
Грушовка московская	502	465	93	37
Белый налив, Медуница	167	32	19	135
Итого	1506	1219	80,9	287
Осенняя группа				
Антоновка	1336	1296	97	40
Жигулевское	1169	1023	87	146
Штрейфлинг	1169	1130	96	39
Спартак	1336	1221	91	115
Итого	5010	4670	93	340
Зимняя группа				
Кутузовец	3006	2687	89	319
Синап	3507	3306	94	201
Пепин Шафранный	2004	1678	84	326
Орлик	1670	1469	88	201
Итого	10187	9140	89,7	1047
ВСЕГО	16703	16029	90	1674

Обследование сада на термические и механические повреждения яблонь, проведенные в 2014-2015 гг. показало, что на изучаемых кварталах кора деревьев имеет термические повреждения. В наибольшей степени термическому повреждению подвержены летние сорта яблонь (их количество составило 15%); менее всего поврежденными оказались зимние сорта (8% деревьев). По нашему мнению, причиной возникновения термических повреждений могли быть погодные условия – чрезмерный холод или жара. В условиях Ульяновской

области такие условия нередки. Вполне обычны сезоны, когда теплые весенние дни и начало цветения плодовых культур сменяются резким понижением температуры. Возврат заморозков на территории области возможен до 7 июня. В этот момент яблони уже находятся в фазе цветения, особенно это характерно для сортов летнего срока созревания и именно летние сорта более всего чувствительны к перепадам температур.

При обследовании сада нами было выявлено множество механических повреждений на растениях. Чаще всего встречались поломка ветвей, порезы коры, разрывы листьев. По нашему предположению, причиной механических повреждений также могли быть неблагоприятные погодные условия. В 2014 году в конце марта произошел обильный снегопад с перепадом температур ночью от -16°C до $+3,3^{\circ}\text{C}$ днем. Данное явление спровоцировало оледенение и обламывание ветвей. Другой причиной повреждения коры и ветвей плодовых культур могли быть порывы ветра. В 2014-2015 гг. отмечены частые смены атмосферных фронтов и сильные колебания атмосферного давления, что сопровождалось сильным ветром. Порывы ветра способствуют потертостям ветвей в местах их соприкосновения и нарушению целостности коры деревьев.

Кроме того, повреждения растений могли происходить вследствие высокого урожая яблонь в 2014 году. Под тяжестью плодов крупные и мелкие ветви низко сгибались к земле и, не выдерживая угла наклона, ломались.

По периферии сада находятся поля с возделыванием на них зерновых культур (пшеницы, овса, ячменя). Эти культуры привлекают большое количество мелких грызунов. В летнее время они питаются на полях, а зимой в поисках корма переходят на территорию сада и повреждают кору плодовых деревьев, что также способствует заболеванию деревьев и ухудшению их общего состояния.

Обследование сада на наличие вредителей показало, что сад сильно заражен членистоногими-вредителями. Обнаружено массовое размножение тли, яблонного цветоеда, клещей и плодоярки. Количество указанных фитофагов отличалось по годам, и, по-видимому, зависело от погодных условий (табл. 3).

Тли считаются одними из самых злостных садовых вредителей. Присутствие тли в большей степени мы наблюдали весной, когда растения трогались в рост. В это время тля усиленно размножалась, питаясь соками молодой зелени. Активность тлей нарастала к лету, ее пик приходился на июнь. Одним из помощников в распространении тли считаются муравьи. Известно, что в заброшенном саду численность муравейников растет в геометрической прогрессии, что способствует размножению тли.

Ранней весной в саду было замечено присутствие яблонного цветоеда. Основная его пища – бутоны. В 2015 году на яблонях сформировалось большое количество бутонов. Активность яблонный цветоед стал проявлять в тот момент, когда плодовые почки налилась соком, но еще не лопнули. Из-за похолодания период формирования почек был растянут, что привело к продлению периода активности вредителя. В 2014 году период бутонизации был более короток и вредитель не успел обильно размножиться.

При визуальном осмотре яблонь в середине лета нами было обнаружено присутствие на плодовых деревьях клещей. Характерной особенностью их присутствие является матовость листьев, листья буреют и опадают. При использовании лупы мы обнаружили красного яблонного клеща. По своей биологии клещи активно размножаются (дают 4 поколения в год) при очень жаркой и сухой погоде. Лето 2014 и 2015 годов не отличалось особыми теплыми условиями, что, по нашему мнению не спровоцировало массового размножения данного вредителя.

Таблица 3.

Вредители яблонь в саду КФХ «Дубенки»,
% поврежденных деревьев

Вредитель	2014 г.	2015 г.	Среднее
Тля	14	13	13,5
Яблонный цветоед	49	63	61,0
Клещ	2	2	2,0
Плодожорка	98	99	98,5

Эпифитотией в саду является яблонная плодожорка. Личинки – гусеницы яблонной плодожорки, развиваясь в плодах, поедают мякоть и семена. Начинают уничтожать плоды практически на начальной стадии образования завязей. Плоды, пораженные вредителем, рано опадают, теряют товарный вид, созревшие яблоки не имеют хозяйственной ценности. Имаго (бабочка) активна только ночью, поэтому ее присутствие нами не было обнаружено. Однако, наблюдения в период созревания плодов показали, что около 70% плодов яблонь было повреждено личинкой яблонной плодожорки, причем, поврежденными оказались практически все деревья.

Любые повреждения стволов, ветвей, листьев, цветов и плодов, а также нарушение питательного режима становятся «воротами», через которые проникают инфекции и вредные микроорганизмы. Заболевания деревьев вызывают, в основном, 3 группы паразитов: вирусы, бактерии и грибы.

При обследовании сада поражённых деревьев вирусами и бактериями обнаружено не было, однако, большая часть сада оказалась инфицирована фитопатогенными грибами.

В начале лета 2014 г. и 2015 г. мы обнаружили единичные растения, пораженные мучнистой росой. Листья этих деревьев были немного покрыты мучнистым налетом, свидетельствующим о спорообразовании гриба. Мицелий гриба активен только во влажных условиях, в связи с чем его распространение мы связываем с погодными условиями. В 2014 году зараженные мучнистой росой растения были обнаружены в конце апреля, когда дневные температуры повышались до +20°C, но массового размножения гриба не было вследствие более низких ночных температур. Погодные условия 2015 года складывались так, что оптимальные условия для массового разрастания гриба были только в короткий период в середине июля. В это время мучнистая роса начала сильно повреждать листья, но последующее снижение влажности и температур ограничило распространение инфекции.

При обследовании растений в период созревания плодов нами были обнаружены повреждения паршой и плодовой гнилью (монилиозом). Данные

заболевания вызываются грибами – аскомицетами. Было установлено, что 17-20% деревьев имеют признаки заражения паршой и монилиозом. Созревшие плоды на 20-25% повреждены главным образом, плодовой гнилью.

В ряде случаев нами были обнаружены признаки заболевания коры яблонь, характерные для цитоспороза: засохшие бугристые участки на коре деревьев с очагами из грибковых спор.

Нами были обнаружено очаговое распространение на коре плодовых деревьев лишайников. Лишайниками оказались заражены более 75% деревьев. О вреде или пользе симбиоза яблони и лишайника ученые не могут прийти к единому мнению. Присутствие лишайников на стволах яблони – показатель безопасной экологической обстановки. По нашему мнению, разросшийся лишайник следует удалять с поверхности коры.

Таким образом, яблони, произрастающие на территории плодового сада КФХ «Дубенки» инфицированы фитопатогенными грибами. Обнаружено распространение мучнистой росы, парши, монилиоза. Стволы деревьев сильно поражены цитоспорозом и лишайниками.

Нами были предложены следующие мероприятия по его улучшению и восстановлению плодового сада в КФХ «Дубенки»:

1. Улучшение структуры сада. В виду большой гибели растений требуется подсаживание новых деревьев. В ульяновской области разведение сортов яблонь осуществляет плодопитомник «Ульяновский», который предлагает как садоводам, так и организациям посадочный материал – более 50 районированных сортов плодовых деревьев. Необходимо ежегодно контролировать состояние растений и постепенно заменять физиологически старые плодовые растения молодыми.

2. Проведение омолаживающей обрезки в саду. В виду сильной запущенности сада необходимо проводить его реконструкцию путем обрезки больных ветвей; удаления ветвей, растущих почти вертикально и растущих внутрь кроны; удаления «сорных» растений-конкурентов, волчковых побегов, стеблевой поросли.

3. Увеличение плодоношения за счет опыления. Требуются мероприятия по привлечению насекомых-опылителей. По нашему мнению, для восстановления плодоношения сада эффективным методом может быть посев в междурядьях полевых культур – горчицы, рапса или традиционных медоносов – гречихи, эспарцета.

4. Борьба с сорняками, болезнями и вредителями в саду. Нами отмечена сильная засоренность сада однолетними и многолетними растениями. Наибольшую конкуренцию яблоням создает клен ясенелистный или клен американский (*Acer negúndo*), который занимает господствующее положение и сильно угнетает плодовые культуры. Для поддержания удовлетворительного фитосанитарного состояния сада КФК «Дубенки» необходимо начинать агротехнические, механические и химические методы защиты растений. Борьба с болезнями и вредителями – очень сложное, дорогостоящее мероприятие, которое нужно проводить постоянно.

Таким образом, наши исследования состояния плодового сада КФХ «Дубенки» позволяют сделать следующие выводы:

1. Структура плодового сада КФК «Дубенки» соответствует стандартам и включает в себя 12 сортов яблонь, которые относятся к зимостойкие и устойчивые к заболеваниям.

2. Растения сада КФК «Дубенки» сильно повреждаются насекомыми-вредителями яблонным цветоедом и яблонной плодовой жоркой.

3. Растения сада КФК «Дубенки» инфицированы возбудителями мучнистой росы, парши, монилиоза, цитоспороза.

4. Для восстановления с целью дальнейшего промышленного использования плодового сада КФК «Дубенки» необходимо использовать комплексные меры, включающие агротехнические, механические, физические биологические, биотехнологические и химические методы защиты растений.

Библиографический список

1. Валяйкина М.В., Дементьева В.М., Грошева Т.Д. Учебно- методическое пособие по плодоводству. Ульяновск, 2010. 89 с.
2. Вылегжанина У. Смогут ли российские садоводы вытеснить импорт с рынка плодов и ягод [Электронный ресурс] // Ежедневный интернет-журнал «Садоводство и Питомниководство» [сайт]. [2017]. URL: <http://asprus.ru/blog/ezhednevnyj-internet-zhurnal-sadovodstvo-i-pitomnikovodstvo/> (дата обращения: 11.11.2007).
3. Дидюля Л.В., Катунина С.В. Плоды: эффективность производства и реализации в хозяйствах Грозненской области // В сборнике: Сельское хозяйство – проблемы и перспективы/ сборник научных трудов. Гродно. 2016. С. 75-82.
4. Касынкина О.М. Повышение эффективности производства продукции садоводства // Нива Поволжья. 2014. № 4 (33). С. 48-53.
5. Лунегова А.А., Филончик П.Г. Молодильные яблочки // В сборнике: Физиологические, педагогические и экологические проблемы здоровья и здорового образа жизни сборник научных трудов IX Всероссийской научно-практической конференции. Министерство образования и науки Российской Федерации; ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет». 2016. С. 204-208.

Химические науки

УДК: 373

ББК 74

Развитие познавательной активности учащихся на уроках биологии и химии

Чихалина Кристина Николаевна,

студент естественно-географического факультета Ульяновского государственного педагогического университета имени И.Н. Ульянова, учитель биологии и химии МБОУ Отрадненская средняя школа города Ульяновска,

г. Ульяновск, Россия

Панова Елена Евгеньевна,

кандидат педагогических наук, доцент кафедры биологии человека и основ медицинских знаний, Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова,

г. Ульяновск, Россия

Аннотация. Одной из проблем в решении задачи повышения эффективности и качества учебного процесса является активизация познавательной деятельности учащихся. Особая значимость познавательной активности состоит в том, что учение направлено не только на восприятие учебного материала, но и на формирование осознанного отношения ученика к самой познавательной деятельности. Преобразующий характер деятельности всегда связан с активностью субъекта. Знания, полученные в готовом виде, как правило, вызывают затруднения учащихся в их применении, к объяснению наблюдаемых явлений и решению задач. Одним из существенных недостатков

знаний учащихся остается формализм, который проявляется в отрыве заученных учащимися теоретических положений от умения применить их на практике. Поэтому для развития познавательной активности учащихся на уроках биологии и химии принимались во внимание реальные способности и индивидуальные отличительные черты учеников, подбирались совокупность методов развития мотивации, которая делает подходящие условия для включения каждого школьника в активную познавательную деятельность.

Ключевые слова: познавательная активность, урок биологии, средства и методы, диагностика познавательной активности, анкетирование.

Проблема познавательной активности – одна из наиболее важных в педагогике, поскольку, являясь индивидуальной характеристикой каждой личности, отражает сложные взаимодействия психофизиологических, биологических и социальных критерий совершенствования. Проблема познавательной активности, приемы и способы ее развития рассматривается известными специалистами по психологии и педагогами, как В.Г. Леонтьева, 1984, 1985; Л.И. Божовича, 1997; В.А. Баландина, 2000; Т. Гризик, 2008 и др.

Развитие познавательной активности к разным видам знаний и типам деятельности является одной из основных успешности обучения детей в школе. Интерес ученика к окружающему миру, желание узнать и освоить все новое – составная часть формирования этого качества [1-6].

Цель исследования – определить эффективные средства и методы развития познавательной активности на уроках биологии и химии у учащихся.

Развитие познавательных интересов, воспитание активного отношения к труду, к окружающему вокруг происходит, прежде всего, на уроке. От того, как осознанно, с интересом, творчески будут работать дети на уроках находится в зависимости от того, как они в будущем будут рассуждать, размышлять, убеждать, творчески мыслить, использовать изученное в различных ситуациях.

Одной из главных задач учителя является доказывать воспитанников на проявление инициативы и самостоятельности. Он должен организовать

самостоятельную работу учащихся, в какой любой имел возможность бы воплотить собственные способности и интересы. Практически он делает условия, «развивающую среду», в которой становится возможной выработка каждым школьником на уровне развития его интеллектуальных и других возможностей конкретных компетенций, в ходе реализации им личных интересов и желаний, приложенных усилий, взятия на себя ответственности и воплощения действий в направлении поставленных целей.

К созданию условий относится и организация деятельности учащегося, а деятельность не возможна в отсутствия мотива. Создание мотива урока, заинтересованности в нем, стремление энергично работать это один из самых основных компонентов урока.

При подготовке к уроку мы старались принять во внимание реальные способности и индивидуальные отличительные черты учеников, подбирали такую совокупность методов развития мотивации, которая делает подходящие условия для включения каждого школьника в активную познавательную деятельность.

Применялись разнообразные приемы развития познавательной активности учащихся: разгадывание кроссвордов, загадок, ребусов, постановка проблемных вопросов, применение игровых ситуаций, виртуальная экскурсия, работа с индивидуальными карточками, применение мультимедийного проектора и разнообразного программного обеспечения, таблицы с вопросами и другое.

Исследование проводилось на базе МБОУ Отраденская СШ г. Ульяновска в течение 2015-2016 учебного года.

Диагностика познавательной активности проводилась по методике «Оценка уровня познавательной активности», которая основана на опроснике Ч.Д. Спилбергера. Оценку познавательной активности дает экспертная группа, в состав которой вошли классный руководитель, учитель биологии и химии и учитель истории, по 5-ти бальной шкале, путем вывода среднего балла по всем показателям и заносит в таблицу.

В таблице 1 представлены результаты диагностики школьников по уровням познавательной активности, распределенные в соответствии со шкалой, которые были получены в ходе педагогического эксперимента.

По полученным результатам, отраженным в таблице 1 средний балл оценки познавательной активности учеников до педагогического эксперимента составил 3,31 – это средний уровень.

Так, одним из показателей познавательной активности является способность осуществлять вывод из информации. Умею делать вывод только 3 (28,19%) ученика. Фактически совсем не умеют делать выводы 2 (18,06%) человека, 6 (54,07%) учащихся - справляются с этой задачей с определенным трудом, средний балл по этому показателю познавательной активности – 3,4 балла, что является показателем среднего уровня развития познавательной активности.

Овладевают материалом в этом же размере и порядке, в котором излагается в учебнике в основном все учащиеся. В случае внесения каких-либо незначительных изменений не испытывают затруднений 2 (18,06%) человека, 8 (72,75%) школьников или затрудняются, хотя потом овладевают материалом, или совсем не понимает материал – 1 (9,10) ученик.

Таблица 1

Результаты оценки познавательной активности учащихся 8 класса
в ходе педагогического эксперимента

№	Имя, фамилия школьника	До педагогического эксперимента		После педагогического эксперимента	
		Средний балл	Уровень усвоения знаний	Средний балл	Уровень усвоения знаний
1	Виктория Б.	4,1	Высокий	4,7	Высокий
2	Ильдар Г.	3,5	Средний	4,5	Высокий
3	Артур И.	2,5	Низкий	3,0	Средний
4	Арина К.	3,3	Средний	4,0	Высокий
5	Гульза М.	4,3	Высокий	5,0	Высокий
6	Анастасия П.	4,0	Высокий	4,8	Высокий
7	Владимир П.	2,7	Низкий	3,2	Средний

8	Вячеслав П.	3,2	Средний	4,0	Высокий
9	Лиана С.	3,8	Средний	4,6	Высокий
10	Игорь Т.	2,4	Низкий	2,8	Низкий
11	Линар Ф.	2,6	Низкий	3,6	Средний
Общий уровень по классу		3,31	Средний	4,03	Высокий

Из одной темы в другую с легкостью переносят полученные знания 3 (28,19%) ученика, испытывают определенные проблемы 7 (63,65%) человека – это больше пятидесяти процентов класса, и совсем ничего не усваивают и из-за этого не понимают следующей темы – 1 (9,10%) ученик.

Таким образом, анализ оценки познавательной активности в исследуемом классе показал низкие результаты по отдельным признакам, тогда как общий уровень познавательной активности по классу средний.

В конце педагогического эксперимента средний балл оценки познавательной активности учащихся составил 4,03 – это высокий уровень.

Помимо диагностики познавательной активности, которую осуществляла экспертная группа учителей, мы провели анкетирование среди учащихся с целью выявления уровня самооценки познавательной активности учащихся по предметам и анализ динамики изменения в результате проведения ряда мероприятий по повышению познавательной активности (таблица 2).

По полученным результатам, отраженным в таблице 2 средний балл самооценки познавательной активности учащихся до педагогического эксперимента составил 3,50 – это средний уровень, после педагогического эксперимента – 4,04 балла, что характеризуется как высокий уровень, что согласуется с экспертной оценкой, которую выставляли учителя МБОУ Отраденская СШ г. Ульяновска.

В начале педагогического эксперимента было проведено анкетирование с целью выявления отношения учащихся к таким предметам как биология и химия, к традиционным средствам, мотивы, побуждающие учащихся к занятиям биологией и химией.

В результате проведенного анализа установлено, что на вопрос об их отношении к предмету «Биология» 32% учащихся отметили, что им нравится биология и химия и 68% учащихся к биологии и химии равнодушны. На вопрос о значении изучения биологии и химии для учащихся 26% учащихся высказали мнение, что биология и химия необходимы для расширения интеллектуального кругозора, 74% считают, что в будущем им может пригодиться изучение этих предметов.

Таблица 2

Результаты самооценки познавательной активности учащихся 8 класса
в ходе педагогического эксперимента

№	Имя, фамилия школьника	До педагогического эксперимента		После педагогического эксперимента	
		Средний балл	Уровень усвоения знаний	Средний балл	Уровень усвоения знаний
1	Виктория Б.	4,5	Высокий	5	Высокий
2	Ильдар Г.	3	Средний	3	Высокий
3	Артур И.	3	Средний	3	Средний
4	Арина К.	3,5	Средний	4	Высокий
5	Гульза М.	4	Высокий	5	Высокий
6	Анастасия П.	3,5	Средний	4	Высокий
7	Владимир П.	3	Средний	4	Средний
8	Вячеслав П.	4	Высокий	4	Высокий
9	Лиана С.	4	Высокий	5	Высокий
10	Игорь Т.	3	Средний	3	Средний
11	Линар Ф.	3	Средний	3,5	Средний
Общий уровень по классу		3,50	<i>Средний</i>	4,04	<i>Высокий</i>

Среди мотивов первую позицию занимает мотив желания получить хорошую оценку. На втором месте в иерархии мотивов - желание не отставать от друзей.

Уровень мотивации учащихся к различным урокам определялся по методике Ю.К. Чернышенко учащиеся фотографировали на всех учебных занятиях. За тем исследователь предъявлял фотографии ученику и удостоверялся

в том, что он четко понимает, какие уроки на них представлены. После этого ученику предлагалось назвать урок, который ему нравится больше всего, затем следующий и т.д. Результаты исследований показали, почти все стабильно отдают предпочтение физкультурным занятиям, химии, биологии. Далее идут такие уроки, как математика, физика и т.д.

В конце педагогического эксперимента нами установлено следующее:

Среди опрошенных респондентов изменилось отношение к предмету «Биология» 78% учащихся отметили, что им нравится биология и 22% учащихся к биологии равнодушны.

На вопрос о значении изучения биологии для учащихся 54% учащихся высказали мнение, что биология необходима для расширения интеллектуального кругозора, 46% считают, что в будущем им может пригодиться изучение этих предметов.

Есть учащиеся, которые решили, что биология необходима для изучения других предметов. Некоторые ученики предложили свой вариант ответа, например: «Биология необходима, чтобы поступить в медицинский университет», «Чтобы знать происхождение и строение живых организмов».

Большинство учеников предпочитают на уроках биологии выполнять лабораторные работы, тестовые задания, творческие задачи, коллективно обсуждать вопросы, выступать с докладами, а также посещать экскурсии.

Значительное количество учащихся пользуются дополнительными источниками знаний при выполнении домашней работы по биологии. Многие желают улучшить свои результаты по биологии, хотят узнать больше. Многие ученики интересуются биологией помимо школьной программы, то есть смотрят документальные программы, читают интересные факты в Интернете.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что в связи с введением опытных уроков по биологии и обогащения внеклассных занятий новыми формами и методами проведения, повысился интерес учащихся к занятиям и успеваемость в целом.

Библиографический список

1. Абрамова С.Л., Гриницилин Б.М., Золотых Л.К. Формирование интереса к учению у школьников М., 2000. 120 с.
2. Гризик Т. Методологические основы познавательного развития детей // Дошкольное воспитание. 1998. № 10. С.22.
3. Зеленина Е.Б. Развитие познавательной активности школьников: педагогическая тактика и стратегия реализации ФГОС в основной школе // Научно-популярный журнал «Учитель Приморья» // <https://sites.google.com/site/teachprim/arhiv-zurnala/vypusk-5/razvitiie-poznavatelnoj-aktivnosti-skolnikov>, 2014
4. Кругликов В.Н., Платонов Е.В., Шаранов Ю.А. Методы активизации познавательной деятельности. СПб.: Знание, 2006. 190 с.
5. Кучменко В.С., Калинова Г.С. Проблемы модернизации биологического образования // Биология в школе. 2003. № 5. С. 17-21.
6. Марусинец М. Изучение познавательной активности. М.: Просвещение, 2013. 12 с.

Физико-математические науки

УДК: 004.942

ББК 32.973

Обнаружение и диагностика нарушений в линейных стохастических системах в процессе фильтрации: влияние схемы наблюдения на точность оценивания

Голубков Алексей Владимирович,

магистрант факультета физико-математического и технологического образования Ульяновского государственного педагогического университета имени И.Н. Ульянова.

г. Ульяновск, Россия.

Научный руководитель: **Цыганов Андрей Владимирович**, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры высшей математики, Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова.

Работа частично поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (грант №16-41-730784).

Аннотация. В рассмотрено влияние разных схем наблюдения на точность оценивания параметров режима движения объекта в условиях неполных зашумленных измерений. Смена режима движения происходит в известные моменты времени.

Проведено компьютерное моделирование и анализ эффективности схем наблюдения. Результаты применимы для решения задач слежения за подвижными объектами.

Ключевые слова: математическое моделирование, стохастические линейные системы, параметрическая идентификация, адаптивная фильтрация, дискретные модели стохастических систем, диагностика нарушений.

Введение

В настоящее время, задача адаптивного оценивания параметров режима движения объекта по сложной траектории в условиях неполноты измерений и зашумленности является актуальной в силу важности ее практических приложений.

Траектория движения мобильного робота имеет характер прямолинейного и/или кругового движения. Кроме того, данная модель движения находит применение в судовождении. Методы построения и оценивания параметров траектории движения робота с помощью дискретных линейных стохастических моделей могут применяться для решения задач слежения за движущимися объектами.

Сложность определения параметров движения состоит в том, что имеются только неполные зашумленные измерения, поступающие с внешнего измерительного устройства.

Для описания траектории объекта используется гибридная стохастическая линейная модель [3], в которой сложная траектория объекта рассматривается как комбинация трех возможных режимов движения: равномерного прямолинейного движения, равномерное движение по окружности с заданным радиусом при повороте влево, и равномерное движение по окружности при повороте вправо.

Благодаря такому подходу, нелинейная математическая модель движения объекта по сложной траектории заменяется набором линейных динамических моделей, что позволяет применять устойчивые к ошибкам округления дискретные алгоритмы калмановской фильтрации.

Рассмотрим $M = 2n + 1$ дискретных линейных стохастических моделей движения, каждая модель описывает прямолинейное движение или круговое движение с заданным радиусом, где n – число возможных радиусов.

В недавних работах [3],[7] были описаны математические линейные модели кругового равномерного движения влево/вправо на плоскости Ox, Oy .

Введем четырехмерный вектор состояния параметров движения:

$$x = [x_1, x_2, x_3, x_4]^T,$$

где x_1 – координата объекта по оси Ox , x_2 – скорость объекта вдоль оси Ox , x_3 – координата объекта по оси Oy , x_4 – скорость объекта вдоль оси Oy .

Запишем уравнение движения объекта:

$$x_k = \Phi_k(i)x_{k-1} + B_k(r, i) + Gw_{k-1}, \quad k \in Z,$$

где k – дискретный момент времени, i – номер режима движения, r – радиус поворота, матрицы для режимов движения запишем в следующем виде:

$$\Phi_k(0) = \begin{bmatrix} \Phi_p & 0 \\ 0 & \Phi_p \end{bmatrix},$$

$$\Phi_p = \begin{bmatrix} 1 & \tau \\ 0 & 1 \end{bmatrix},$$

$$B_k(0, 0) = [0, 0, 0, 0]^T,$$

где $\tau = t_k - t_{k-1}$ – период дискретизации. Для движения по окружности с заданным радиусом влево ($i = 1$) и вправо ($i = 2$) матрицы будут иметь следующий вид:

$$\Phi_k(i) = \begin{bmatrix} \Phi_c(i) & 0 \\ 0 & \Phi_c(i) \end{bmatrix},$$

$$\Phi_c(i) = \begin{bmatrix} \cos \omega_i \tau & \omega_i^{-1} \sin \omega_i \tau \\ -\omega_i \sin \omega_i \tau & \cos \omega_i \tau \end{bmatrix},$$

$$B_k(r, 1) = \begin{bmatrix} (x_{si} - \omega_i^{-1} v_{si,y})(1 - \cos \omega_i \tau) \\ (\omega_i x_{si} - v_{si,y}) \sin \omega_i \tau \\ (y_{si} + \omega_i^{-1} v_{si,x})(1 - \cos \omega_i \tau) \\ (\omega_i y_{si} + v_{si,x}) \sin \omega_i \tau \end{bmatrix},$$

$$B_k(r, 2) = \begin{bmatrix} (x_{si} + \omega_i^{-1} v_{si,y})(1 - \cos \omega_i \tau) \\ (\omega_i x_{si} + v_{si,y}) \sin \omega_i \tau \\ (y_{si} - \omega_i^{-1} v_{si,x})(1 - \cos \omega_i \tau) \\ (\omega_i y_{si} - v_{si,x}) \sin \omega_i \tau \end{bmatrix},$$

где $v_{si} = \begin{bmatrix} v_{si,x} \\ v_{si,y} \end{bmatrix}$ – вектор скоростей в точке с координатами (x_{si}, y_{si}) в момент изменения режима, τ – период дискретизации, $\omega_i > 0$ – модельный параметр, связанный с радиусом поворота r соотношением $r = |v_{si}|/\omega_i$.

Для всех моделей движения матрица перехода для белого гауссового шума:

$$G = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Предположим, что измеряются только координаты объекта, скорости не измеряются, в моменты дискретного времени k доступны измерения z_k координат объекта, погрешность измерений моделируются гауссовым белым шумом с нулевым математическим ожиданием и диагональной ковариационной матрицей R .

$$z_k = Hx_k + v_k,$$

где H – матрица измерений, а v_k – вектор ошибок измерения координат. Вид матриц H и R зависят от используемой схемы наблюдения.

Алгоритм идентификации режима движения

Рассмотрим три гипотезы, определяющие модель движения объекта:

- Гипотеза H_0 – объект находится в режиме прямолинейного равномерного движения;
- Гипотеза H_1 – объект поворачивает налево, находится в режиме равномерного движения по окружности заданного радиуса;
- Гипотеза H_2 – объект поворачивает направо, находится в режиме равномерного движения по окружности заданного радиуса;

Основная идея алгоритма состоит в создании банка дискретных фильтров Калмана $\{F_i\}, i = 0, \dots, 2n$, в котором каждый фильтр оптимизирован для соответствующего режима движения. i – номер гипотезы, то есть номер фильтра.

$$\begin{aligned} \hat{x}_{k,i}^- &= \Phi_k(i)\hat{x}_{k-1,i}^+ + B_k(r, i), \\ P_{k,i}^- &= \Phi_k(i)P_{k-1,i}^+ + \Phi_k^T(i) + GQG^T \end{aligned}$$

Обновление вектора измерений:

$$\begin{aligned} K_{k,i} &= P_{k,i}^- H^T (HP_{k,i}^- H^T + R)^{-1}, \\ P_{k,i}^+ &= P_{k,i}^- - K_{k,i} H P_{k,i}^-, \\ v_{k,i} &= z_k - H\hat{x}_{k,i}^-, \\ \hat{x}_{k,i}^+ &= \hat{x}_{k,i}^- + K_{k,i} v_{k,i} \end{aligned}$$

Решение задачи идентификации режима движения находится с помощью метода скорейшего обнаружения на основе последовательного критерия Вальда [2]. Предположим, что смена режима движения происходит в известные моменты времени.

Невязка измерений и ковариационная матрица невязки используются для вычисления отношений правдоподобий:

$$\lambda_{k,ij} = \lambda_{k-1,ij} + \mu_{k,ij}, k \geq 1,$$

где

$$2\mu_{k,ij} = (\log(|\Sigma_{k,j}|)) - \log(|\Sigma_{k,i}|) + v_{k,j}^T \Sigma_{k,j}^{-1} v_{k,j} - v_{k,i}^T \Sigma_{k,i}^{-1} v_{k,i},$$

$$\Sigma_{k,i} = H^T P_{k,i}^- H + R$$

Если α и β – вероятности ошибок первого и второго рода, тогда верхний и нижний порог решающего правила вычисляется по формулам:

$$A = \ln\left(\frac{1 - \beta}{\alpha}\right),$$

$$B = \ln\left(\frac{\beta}{1 - \alpha}\right)$$

Пусть I_{AB} – множество номеров режимов движения для активных фильтров, находящихся в банке фильтров на данной итерации алгоритма, тогда решающее правило для текущей итерации можно записать в следующем виде:

- Если $A > \lambda_{k,ij} > B$, переходят к следующей итерации алгоритма.
- Если $\lambda_{k,ij} \leq B$, то соответствующий номер режима исключают из множества I_{AB} , а соответствующий фильтр F_j удаляют из банка активных фильтров.
- Если все $\lambda_{k,ij}$ были исключены, завершают алгоритм с выбором номера режима движения H_j и соответствующего фильтра F_j .
- Если на текущей итерации сразу несколько $\lambda_{k,ij} \geq A$, то алгоритм завершают с выбором номера режима i , где $\lambda_{k,ij} = \max \lambda_{k,ij}$.

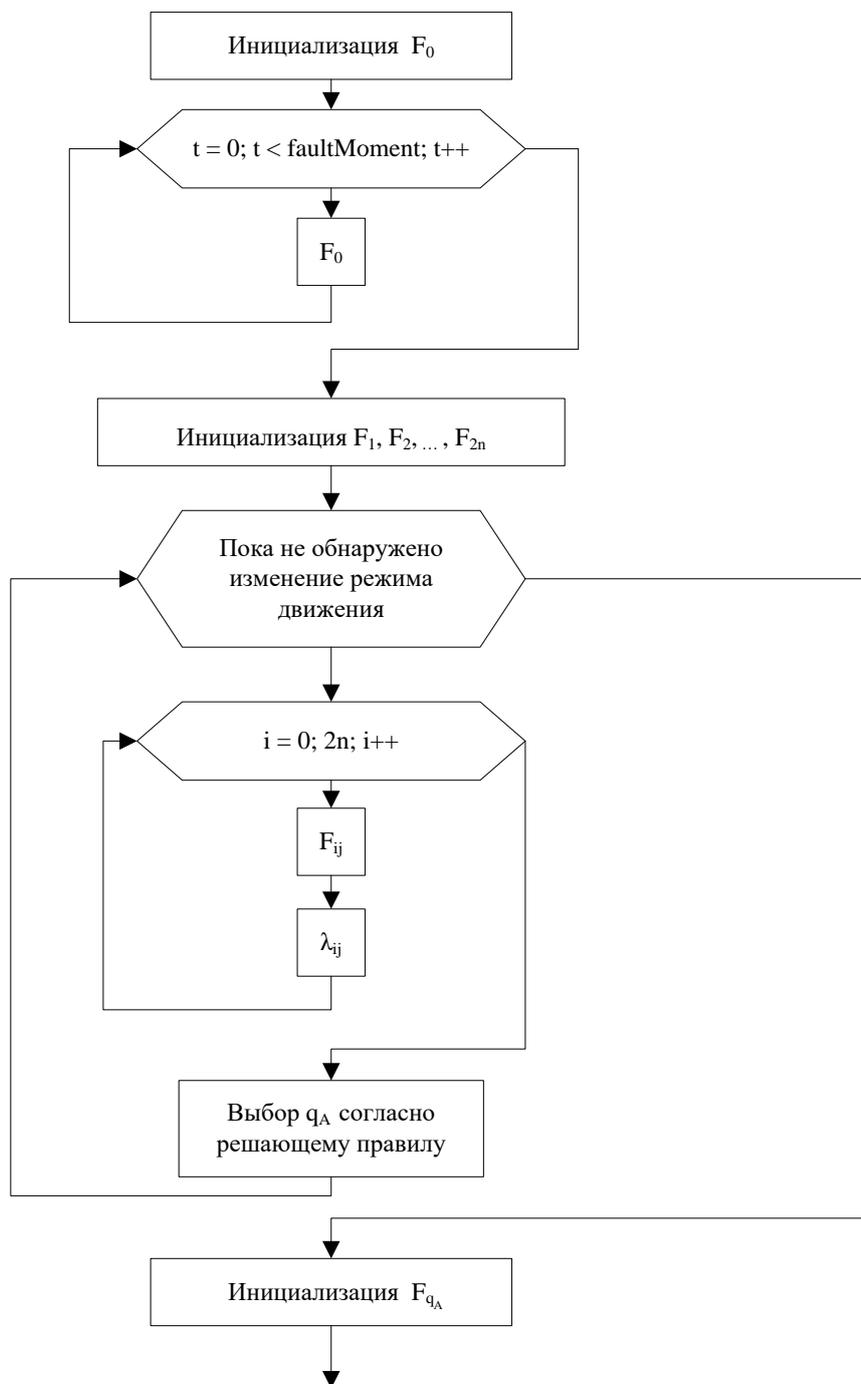


Рис. 1. Блок-схема реализации алгоритма

Блок-схема алгоритма идентификации режима движения представлена на рис.1. До момента смены режима движения параметры движения оцениваются по текущим измеренным данным с помощью дискретного фильтра Калмана F_0 , оптимального для модели равномерного прямолинейного движения. Во время смены режима движения происходит инициализация банка фильтров Калмана $\{F_i\}, i = 1, \dots, 2n$, каждый из которых оптимален для соответствующей модели

равномерного кругового движения при повороте вправо или влево с одним из возможных значений радиуса поворота.

После выполняется вычисления отношений правдоподобия $\{\lambda_{k,i,j}\}$ для активных в текущей итерации алгоритма режимов движения. Далее проводится проверка решающего правила, если решение не принято, выполняется следующая итерация алгоритма, до тех пор, пока одно из значений $\lambda_{k,i,j}$ не пересечет верхнюю границу решающего правила с максимальным значением. Выбранный фильтр F_i заменяет фильтр F_0 , далее оценивание параметров выполняется с помощью этого фильтра.

Численные эксперименты

Рассмотрим сложную траекторию движения объекта, состоящую из следующих участков:

№	Тип движения	Время движения	Радиус
1	S	50	-
2	L	75	5
3	S	50	-
4	R	75	3
5	S	50	-

Табл. 1. Схема траектории движения объекта

Траектория состоит из пяти участков: объект движется в режиме прямолинейного движения (S) 50 тактов дискретного времени, затем совершает левый поворот (L) с радиусом 5 в течении 75 тактов. Далее следует прямолинейный участок длиной 50 тактов, после чего объект движется 75 тактов согласно модели криволинейного движения с правым поворотом и радиусом 3, завершает траекторию участок прямолинейного движения в 50 тактов. Таким образом, вся траектория движения объекта состоит из 300 тактов. Моделирование траекторий производилось в программе «Моделирование и оценивание траектории подвижного объекта v1.0» [6]. Пример смоделированной траектории, соответствующей схеме движения табл.1 приведен на рис. 2,

звездочками обозначены результаты наблюдения, красным цветом цветом отмечены участки прямолинейного движения, синим – участки поворота налево, зеленым – участки поворота направо. Начальный вектор состояния параметров движения $x_{ik} = [0, 0, 0, 2]^T$, с ковариационной матрицей $R = \text{diag}[0.1, 0.1]$.

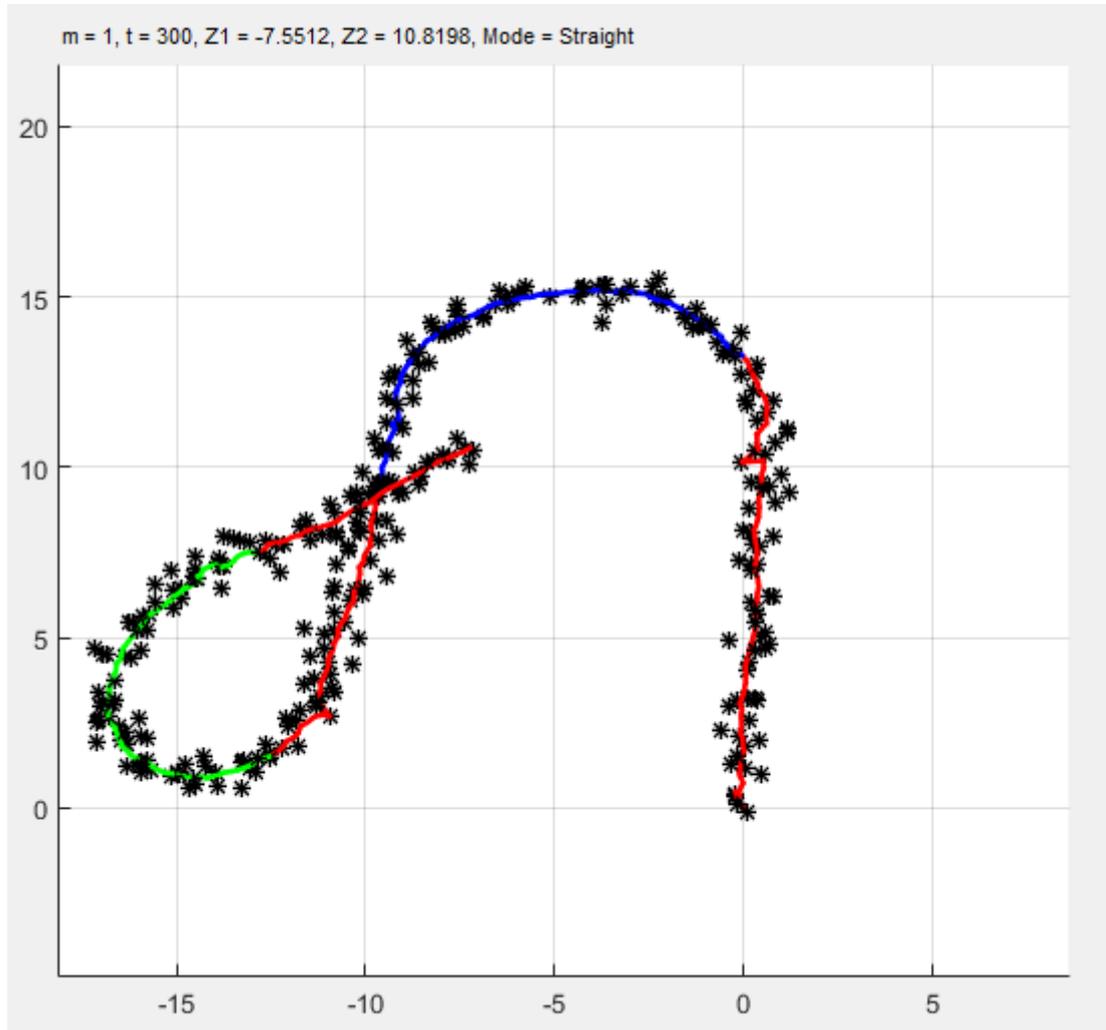


Рис. 2. Траектория движения объекта

Рассмотрим следующие схемы наблюдений:

1. Наблюдаются только координаты объекта: x_1, x_3
2. Наблюдается x-координата объекта и скорость по оси Oх: x_1, x_2
3. Наблюдается y-координата объекта и скорость по оси Oу: x_2, x_4
4. Наблюдаются координаты объекта и скорость по оси Oх: x_1, x_2, x_3
5. Наблюдаются координаты объекта и скорость по оси Oу: x_1, x_2, x_4
6. Наблюдаются все координаты и скорости объекта: x_1, x_2, x_3, x_4

Для этих случаев меняется матрица наблюдения H и ковариационная матрица R .

По описанной выше математической модели в программе на языке MATLAB[6] было сгенерировано 10 траекторий, в каждой по 300 точных векторов состояний объекта $x_{exact}(t_k)$, и зашумленных векторов наблюдения z_k . После чего описанным в работе алгоритмом адаптивной фильтрации были получены векторы оценки параметров объекта $\hat{x}_{k|k}$. Для полученных результатов оценки были вычислены $RMSE_{xi}$ (среднеквадратичные ошибки) оценки для каждой компоненты вектора по формуле [1]:

$$RMSE_{xi} = \sqrt{\frac{1}{MN} \sum_{j=1}^M \sum_{k=1}^N (x_{i,exact}^j(t_k) - \hat{x}_{i,k}^{+,j})^2},$$

где $M = 10$, $N = 300$, $x_{i,exact}^j(t_k)$ и $\hat{x}_{i,k}^{+,j}$ – i -е сгенерированные векторы действительного положения объекта и их оцененное положение в j -м эксперименте.

В табл. 2 представлены результаты численного эксперимента, кроме $RMSE_x$ так же вычислено $nRMSE_x = \|RMSE_x\|_2$ – нормализованное по четырём координатам значение $RMSE_x$.

Из таблицы видно, что наименьшего среднеквадратичного отклонения, а, следовательно, и наилучших результатов определения параметров, удастся достичь при использовании всех четырех наблюдаемых параметров: двух координат и двух скоростей. Определение параметров движения по одной из координат и скорости (случаи 2 и 3) затруднительно, а среднеквадратичное отклонение в этих экспериментах почти на порядок больше, чем в других случаях.

В случаях двух координат и одной из скоростей (случаи 4 и 5) лучший результат получается при использовании скорости по оси y , ввиду преобладания движения вдоль этой оси на траектории.

№ п/п	Наблюдаемые параметры	$RMSE_x$				$nRMSE_x$
		x_1	x_2	x_3	x_4	
1	x_1, x_3 $H = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$ $R = \text{diag}(0.1, 0.1)$	0.2357	0.5209	0.5748	1.3196	1.5487
2	x_1, x_2 $H = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$ $R = \text{diag}(0.1, 0.1)$	0.4968	0.3977	75.2638	2.3192	75.3023
3	x_2, x_4 $H = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $R = \text{diag}(0.1, 0.1)$	116.5868	2.9305	0.0694	0.1588	116.6237
4	x_1, x_2, x_3 $H = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$ $R = \text{diag}(0.1, 0.1, 0.1)$	0.0822	0.1453	0.6675	1.4242	1.5817
5	x_1, x_2, x_4 $H = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $R = \text{diag}(0.1, 0.1, 0.1)$	0.2524	0.6435	0.0765	0.1661	0.7150
6	x_1, x_2, x_3, x_4 $H = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $R = \text{diag}(0.1, 0.1, 0.1, 0.1)$	0.0981	0.1565	0.0814	0.2006	0.2846

Табл. 2. Влияние наблюдаемых параметров на среднеквадратичную ошибку

Библиографический список

1. M. V. Kulikova and J. V. Tsyganova, “The UD-based approach for designing pairwise Kalman filtering algorithms,” in Proceedings of the 20th IFAC World Congress, Toulouse, France, vol. 50, no. 1, 2017, pp. 1616–1624
2. Wald, Sequential Analysis. New York: John Wiley & Sons, 1947, 212 p.
3. Семушин, И.В. Ориентированная на фильтрацию Калмана математическая модель установившейся циркуляции для анализа траектории цели / И.В. Семушин, Ю.М. Кроливецкая, Е.С. Петрова // Автоматизация процессов управления. – 2013. – №4 (34). – С. 14–20.
4. Цыганов А.В., Семушин И.В., Цыганова Ю.В., Голубков А.В., Винокуров С.Д. Метаэвристические алгоритмы в задаче идентификации параметров математической модели движущегося объекта // Автоматизация процессов управления. 2017. – № 1. с. 16–23
5. Семушин, И.В. Моделирование и оценивание траектории движущегося объекта И.В. Семушин, А.В. Цыганов, Ю.В. Цыганова, А.В. Голубков, С.Д. Винокуров // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математическое моделирование и программирование. – 2017. – Т. 10. – № 3. – С. 108–119.
6. Программный комплекс «Моделирование и оценивание траектории подвижного объекта v1.0». Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2016660550. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 16 сентября 2016 года. / А.В. Цыганов, Ю.В. Цыганова, С.Д. Винокуров, А.В. Голубков.

УДК: 519.85, 65.01

ББК: 22.18, 65.290

Многокритериальная оптимизация в принятии решений: пример применимости при подготовке учителя математики

Колганова Надежда Владимировна

Магистрант 2 курса факультета физико-математического и технологического образования, профиль «Методология математического образования»

Глухова Наталья Владимировна

Кандидат биологических наук, доцент кафедры высшей математики, ФГБОУ ВО «Ульяновский Государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова», Ульяновск, Россия

Аннотация. В работе рассмотрен достаточно простой, но интересный пример задачи многокритериальной оптимизации, который может быть эффективно использован для повышения заинтересованности в изучении математики как при подготовке учителей математики (для студентов и магистрантов), так и для самих школьников. Работа представляет одну из возможных форм организации математического проекта, который могут выполнить сами студенты, планирующие в будущем стать учителями. Решив эту задачу самостоятельно или при помощи преподавателя, они в последующем смогут проводить аналогичную проектную работу со школьниками. Рассмотрены пять различных подходов к решению задачи, проведено сопоставление результатов и анализ применяемых методов.

Ключевые слова. Оптимизация, критерии, идеальная точка, граница Парето, производная, линейность.

Математические методы и модели находят самое широкое применение при принятии решений в самых различных областях. Без математических методов

оптимизации уже достаточно давно невозможно представить ни экономику [18, с. 5], ни эффективный менеджмент [19, с. 12]. Математические модели применяются при принятии решений о признании научных теорий в биологии и при подтверждении результатов фармакологических исследований [11, с. 12, 22]; методы математического программирования применимы в сервисной деятельности [10, с. 19–20], в экологии [8, с. 216], в сельском хозяйстве [5, с. 10]. В то же время, как отмечается в работе [9, с. 133] у школьников можно отметить представление о математике как о некотором абстрактном знании, которое не применяется на практике. Возможным выходом из ситуации является знакомство будущих учителей математики с методами теории принятия решений на практических примерах. Недостаток времени, отводимого на изучение математических дисциплин можно восполнить проектной деятельностью, как это предлагалось в работах [4, с. 179], [15, с. 161–165]. Подробнее с методикой организации проектной деятельности можно ознакомиться, например, в работах Т.Н. Куреневой [13, с. 181–183], [14, с. 296–298], [16, с. 147–148]. В настоящей работе мы приведём новый пример многокритериальной оптимизационной задачи, касающийся непосредственно деятельности школы, который может быть использован в качестве тематики проекта, а также разберем различные варианты решения данной задачи.

В качестве примера тематики возможного проекта рассмотрим следующую актуальную для школы задачу. Родители двоечников Васи Петрова и Пети Иванова договорились добавлять им деньги на новогодний подарок за каждую исправленную двойку. Дети обрадовались, но в итоге не пришли на дополнительные занятия. Выяснилось, что Петровы сказали, что они будут платить Васе 60 рублей за каждую исправленную двойку по русскому языку, и 50 – за исправленную двойку по математике. Ивановы же решили платить по 40 рублей за русский язык и по 80 – за математику. Поэтому Петя настаивал на том, чтобы они ходили только на математику, а Вася, понятно, только на русский. Когда им посоветовали ходить одному на русский, другому на математику, дети сказали, что они друг без друга никуда не пойдут. Предложите наилучший план

пересдач для детей, если они получили каждый по 9 двоек по русскому, и по 7 двоек по математике, до Нового года осталось две недели, то есть 12 рабочих дней, а за день можно исправить только одну двойку.

Составим математическую модель данной практической ситуации. Так как Вася и Петя решили ходить на передачи только совместно, удобно через x обозначить количество двоек по русскому языку, которые они попытаются пересдать, а через y – количество двоек по математике. Заработанную Васей (в случае успешной пересдачи) сумму обозначим U , а заработанную Петей V . Естественно, что каждый мальчик стремится к максимизации своего критерия, что можно выразить в виде следующих формул:

$$U = 60x + 50y \rightarrow \max$$

$$V = 40x + 80y \rightarrow \max$$

Условия задачи накладывают на x и y следующие ограничения.

- 1) Так как общее количество пересданных каждым школьником двоек не может превышать количество дней, оставшихся до нового года

$$x + y \leq 12$$

- 2) Количество пересданных двоек не может превышать количества имеющихся двоек, то есть

$$x \leq 9$$

$$y \leq 7$$

Естественно, значения переменных должны быть неотрицательными и целыми, то есть мы имеем дело с типичной задачей многокритериальной оптимизации. Применение лексикографического метода или метода субоптимизации [18, с. 63] [7, с. 26–27] невозможно, так как критерии равноправны (нельзя предпочесть интересы одного мальчика и пренебречь другим).

К решению данной задачи возможны несколько различных подходов, приводящих к разным результатам (как это типично для многокритериальной оптимизации [18, с. 58]).

Первый способ. Достаточно очевидный путь к нахождению компромисса

между детьми состоит в «уравнивании» их в достижении цели. Если Вася больше хочет на русский язык, а Петя больше хочет на математику, всего же можно пересдать 12 двоек, то можно договориться сдать всего поровну, то есть половину дней потратить на математику, а вторую половину на русский язык (либо чередовать их, что не влияет на «прибыль»). Тогда Вася заработает $U = 60 \cdot 6 + 50 \cdot 6 = 660$ руб., а Петя заработает $40 \cdot 6 + 80 \cdot 6 = 720$ руб. Результат будет достигнут, ученики смогут договориться между собой, но, как мы покажем далее, он отнюдь не будет оптимальным в данной ситуации (с точки зрения возможного «заработка»).

Второй способ. Система неравенств задаёт множество, которое представляет собой пятиугольник (рис. 1), вершины которого имеют следующие координаты: $A(0,0)$, $B(0,7)$, $C(5;7)$, $D(9;3)$, $E(9, 0)$. Если Вася ставит перед собой цель пересдать как можно больше двоек по русскому языку, то для него оптимальным достижимым результатом будет $x = 9$. Для Пети же желательно сдать как можно больше двоек по математике, это приводит его к результату $y = 7$. Как видно на рис. 1 точка $(9, 7)$ лежит вне допустимой области, поэтому идеальный результат для каждого в отдельности не достижим при условии, что они хотят ходить на пересдачи вместе. Поставим перед собой задачу найти на допустимом множестве точку ближайшую к точке $(9, 7)$.

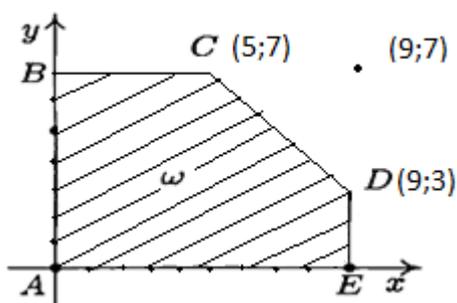


Рис. 1.

Из чертежа понятно, что точка, ближайшая к искомой находится на стороне CD . Запишем уравнение прямой CD по двум точкам. Уравнения прямой по двум точкам (x_1, y_1) и (x_2, y_2) имеет вид:

$$\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1} \quad (\text{см, например [12, с. 29]}).$$

Подставим координаты точек $A(5;7)$ и $B(9;3)$ в формулу, получим уравнение:

$$\frac{x-5}{9-5} = \frac{y-7}{3-7}$$

$$x - 5 = -y + 7$$

$$x + y = 12.$$

Выразим одну из переменных: $x = 12 - y$. Таким образом, все точки, лежащие на прямой CD , имеют координаты $(12 - y, y)$. Кроме того, точки должны лежать в пределах отрезка, то есть $3 \leq y \leq 7$

Расстояние r между искомой точкой $(12 - y, y)$ и точкой $(9;7)$ можно вычислить по формуле расстояния между двумя точками:

$$r = \sqrt{(12 - y - 9)^2 + (y - 7)^2} = \sqrt{(3 - y)^2 + (y - 7)^2}.$$

Замечая, что корень будет тем меньше, чем меньше подкоренное выражение, для нахождения минимума расстояния достаточно найти минимум подкоренного выражения, воспользовавшись для этого, например, производной функции $f(y) = (3 - y)^2 + (y - 7)^2 = 2y^2 - 20y + 58$.

$f'(y) = (2y^2 - 20y + 58)' = 4y - 20 = 0$, откуда $y = 5$. Левее данной точки производная отрицательна, правее – положительна, следовательно, мы имеем точку минимума.

$$x = 12 - y = 7.$$

Итак, Васе и Пете можно предложить вместе пересдать 7 двоек по русскому языку и 5 двоек по математике. Вася заработает $60 \cdot 7 + 50 \cdot 5 = 670$ руб, а Петя – $40 \cdot 7 + 80 \cdot 5 = 680$. В итоге они получают более близкие суммы, что в большей мере способствует их равенству, однако такой исход наверняка не понравится Пете, так как Вася получит больше, чем в первом способе, а он меньше. Более того, если рассмотреть их суммарный выигрыш, то он окажется даже хуже во втором случае. Данный результат является ошибочным в следствие того, что мы стремились к максимуму пересданных двоек, а не к максимальному выигрышу (как было сформулировано в модели. Рассмотренное решение внешне сходно с методом идеальной точки [19, с 163], [17, с. 138–144],

[7, с. 29–30], но таковым не является, так как в методе идеальной точки стремятся максимизировать именно целевые функции.

Третий способ. Метод отыскания идеальной точки заключается в отыскании на границе Парето, то есть на северо-западной границе множества [18, с. 57] [19, с. 161] точки, ближайшей к так называемой точке утопии. Точкой утопии называется точка, в которой достигается максимум по каждому из критериев отдельно (обычно эта точка не реализуется при заданных ограничениях, поэтому её и называют точкой утопии).

Наша задача – максимизировать $U = 60x + 50y$ и $V = 40x + 80y$ на множестве, определяемом системой неравенств

$$\begin{cases} 0 \leq x \leq 9 \\ 0 \leq y \leq 7 \\ x + y \leq 12 \end{cases}$$

Но нас интересуют не точки (x, y) , а значения U и V . Преобразуем чертеж в эти новые координаты, которые являются критериями оптимальности в данной задаче. В силу линейности критериев U и V пятиугольник $ABCDE$ (рис. 1) переходит в пятиугольник $A^*B^*C^*D^*E^*$ (рис. 2), координаты вершин которого вычисляются по формулам для U и V при подстановке в них координат соответствующих вершин пятиугольника с рисунка 1. $A^*(0;0)$, $B^*(350;560)$, $C^*(650;760)$, $D^*(690;600)$, $E^*(540;360)$.

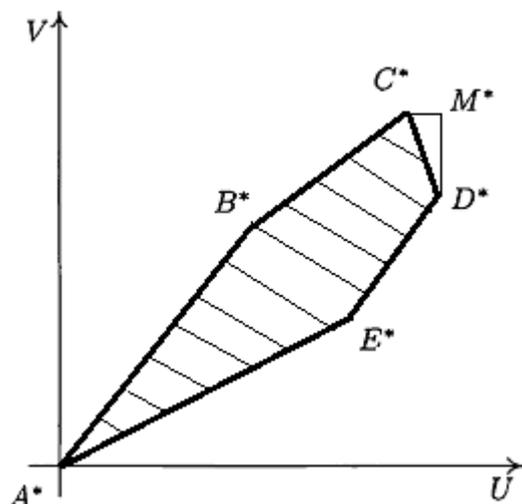


Рис. 2.

Находим границу Парето на рис. 2. Это отрезок C^*D^* . Точка утопии M^*

(690;760) (ее координаты – это наибольшие значения U и V в этом многоугольнике).

Требуется найти на множестве Парето точку, ближайшую к точке утопии M^* . Из рисунка видно, что искомая точка должна лежать на отрезке C^*D^* . Запишем уравнение прямой C^*D^* по двум точкам. Теперь осями координат являются не x и y , а u и v , подставляя координаты $C^*(650;760)$, $D^*(690;600)$ в формулу, получим уравнение

$$\frac{U - 650}{690 - 650} = \frac{V - 760}{600 - 760}$$
$$40(V - 760) = -160(U - 650)$$
$$V = 26760 - 40U.$$

Все точки прямой C^*D^* имеют координаты $(U; 26760 - 40U)$. Кроме того, точки должны лежать в пределах отрезка C^*D^* , то есть $650 \leq U \leq 690$

По условию задачи нам нужно определить точку, расстояние которой от точки $M^*(690;760)$ минимально, то есть, как и в способе 2, найти минимум расстояния r до точки утопии $M^*(690;760)$:

$$r = \sqrt{(U - 690)^2 + (26760 - 40U - 760)^2} = \sqrt{(U - 690)^2 + (26000 - 40U)^2}$$

Обозначая подкоренное выражение $f(U)$, находим производную

$$f'(U) = ((U - 690)^2 + (26000 - 40U)^2)' = 2(U - 690) + 80(26000 - 40U) =$$
$$= -3198U + 2078620 = 0,$$

откуда $U \approx 650$.

Вообще говоря, округление является вещью опасной для математического программирования, однако полученный результат $U = 649,975$ является очень близким к целому; он ещё и позволяет (как показано ниже), найти целочисленные x и y , мы воспользуемся данным результатом, ограничившись лишь проверкой его допустимости. При целочисленных количествах пересданных двоек дробные значения целевых функций U и V также не являются допустимыми. С методами целочисленного программирования можно ознакомиться, например, в работе [3, с. 53–55]). Используя $U = 650$, находим, что $V = 760$.

Итак, идеальным будет значение $U = 650$, $V = 760$. Чтобы найти значения x и y , подставим найденные значения в целевые функции $U = 60x + 50y$ и $V = 40x + 80y$ решим систему

$$60x + 50y = 650$$

$$40x + 80y = 760.$$

После очевидных преобразований приходим к результату $x = 5$, $y = 7$. В итоге оптимальным решением для мальчиков будет решение: пересдать 5 двоек по русскому языку и 7 двоек по математике, при этом Вася получит 650 рублей, а Петя получит 760 рублей, а заодно и узнают практическую полезность метода координат и производных. Суммарный выигрыш в этом случае уже больше, чем в двух предыдущих и составляет 1410 руб. Здесь мы уже получили результат гораздо более выгодный для Пети, чем для Васи. Учитывая, что Вася вместо своих максимальных 690 рублей получит всего 650 рублей при том, что Петя получает свои максимально возможные 760 рублей, возможно, что Вася откажется от такой варианты.

Четвертый способ. Этот метод основан на построении обобщенного критерия при условии, что их относительные веса одинаковы [2, с. 45], [18, с. 65], так как «значимость» мальчиков равна. Раз уж они решили, что будут ходить на передачи вместе, можно рассмотреть и такой вариант: они договорятся выбрать вариант, приносящий наибольшую сумму, а полученные от родителей деньги поделят поровну между собой. То есть будем рассматривать не две функции (для каждого мальчика), а одну общую (для обоих):

$$S = (60+40)x + (50+80)y = 100x + 130y,$$

Таким образом, мы преобразовали задачу от многокритериальной к обычной однокритериальной задаче линейного программирования, решаемой хорошо известными методами (см. [1, с. 53–55], [6, с. 7–9]). Видно, что увеличение y ведёт к более быстрому росту функции S , то есть «выгодно» исправить максимальное количество двоек по математике ($y = 7$) и оставшиеся дни пересдавать двойки по русскому языку. Таким образом, дети получают от

родителей $100 \cdot 5 + 130 \cdot 7 = 1410$ руб. Разделив между собой деньги поровну, каждый получит по 705 рублей. Заметим, что суммарный максимальный выигрыш в данном случае совпал с результатом способа 3. Такой способ тоже хорош, однако, опять возникает вопрос, а почему Петя должен делить свои заработанные деньги с Васей поровну? Ведь в данной ситуации его родители оказались более щедрыми, оценивая его общие долги (если бы они пересдали все двойки, то Петя получил бы больше). Поэтому предложим ещё один способ разрешения данной ситуации.

Пятый способ. Метод базируется на результатах третьего способа. Недостатком этого исхода является возможное несогласие участвовать в нём Васи. Если не принимать в расчёт идею деления поровну, то лучшим результатом из предложенных вариантов решения для Васи является результат второго способа 670. Именно на нём он и имеет право настаивать (настаивать на способе четыре Вася вряд ли будет, так как требовать даже от лучшего друга, чтобы он делили с ним поровну деньги, полученные от родителей – как-то не красиво). Но в этом случае Петя получает значительно меньше (680 вместо 760), поэтому он может предложить Васе доплатить ему недостающие 20 рублей для достижения наилучшего для Пети результата (способ 3). При этом у Пети все же останется больше денег, чем при любом другом варианте решения (740 руб. вместо 680, 720 или 705), а Вася при этом ничего не теряет. Если же принять во внимание то, что способ 2 не совсем корректен, а также довольно сложен и двоечник Вася до него вряд ли додумается самостоятельно, то можно этот способ Васе и не показывать. Тогда его претензии не должны распространяться далее, чем до результата первого способа, откуда мы видим, что его максимальный результат – всего лишь 660 рублей, и предложенный Петей результат в 670 рублей уже будет для него более выгодным. Заметим, что в данном варианте Петя может даже позволить себе еще большую щедрость – доплатить Васе 30 рублей до его максимально возможного результата 690 руб. (большего как видно из рис. 2 ему все равно до Нового года не заработать). Тогда Петя все ещё получает 720 рублей, что не хуже никакого из

представленных выше решений. Оставим, однако, данный вопрос на усмотрение щедрого Пети.

В заключение работы можно сделать некоторые философские выводы из представленного анализа. Во-первых, можно заметить, что революционный лозунг «свобода, равенство и братство» оказывается чаще всего невыгодным для кошельков всех участников процесса (вариант «свобода» приводит к нулевому результату, то есть к отсутствию пересдач, а результаты стремления к равенству – равное количество двоек (в способе 1) или примерно равному количеству «честно заработанных» денег (в способе 2) приводит к худшему результату, как по сумме выигрыша, так и по результатам каждого участника отдельно). Во-вторых, можно отметить материальную выгодность правильного применения математического инструментария (способ 3). Ну и наконец, можно заметить, что эгоизм, как это ни странно звучит, также не является материально выгодным, важно идти на уступки, причём делать это должен более «сильный» (в пятом способе Петя выступает в роли «сильного», так как он имеет в принципе возможность заработать больше, чем Вася). Сильный должен делиться со слабым, так как сильному это тоже выгодно.

Библиографический список

1. Афанасьев М.Ю., Багриновский К.А., Матюшок В.М. Прикладные задачи исследования операций: Учебное пособие. М.: Инфра-М, 2006. 352 с.
2. Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология: учеб. пособие для втузов. М.: Высшая школа, 2001. 206 с.
3. Верник А.Н., Эткин А.Е., Эткина Г.П. Математические методы и модели в экономике. Ульяновск, УлГТУ, 2008. 208 с.
4. Глухова Н.В. Возможные формы контроля при дистанционном обучении дисциплине «Математическое моделирование биологических процессов» // Электронное обучение в непрерывном образовании. 2016. № 1 (3). С. 178-183.
5. Глухова Н.В. Математические модели для магистров-биологов: учебное

- пособие. – Ульяновск: УлГПУ, 2016. 90 с.
6. Глухова Н.В. Методы оптимизации использования трудовых ресурсов. Учебное пособие. Ульяновск, ФГБОУ ВО УлГПУ, 2017. 50 с.
 7. Глухова Н.В. Теория принятия решений: учебное пособие. / Глухова Н.В. – Ульяновск: ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова», 2017. – 48 с.
 8. Глухова Н.В., Гришина С.А. Менеджерские задачи как средство гуманитаризации математического образования // Гуманизация и гуманитаризация образования XXI века. Проблемы современного образования. Материалы 12-ой межд. науч.-метод. конф. памяти И.Н. Ульянова (19–20 октября 2011 г.). Ульяновск, УлГПУ, 2011. С. 215–217.
 9. Глухова Н.В., Фолиадова Е.В. О применении задач с междисциплинарным содержанием при проведении олимпиад среди школьников и студентов // Актуальные вопросы методики обучения математике и информатике в условиях стандартизации образования. Материалы Всерос. науч.-практ. конф. препод. мат., информ. школ и вузов. Ульяновск: УлГПУ, 2016. С. 133–139.
 10. Гришина С.А., Инкин И. Перспективные линии в изучении курса математики у бакалавров, обучающихся по направлению подготовки "Сервис" // Физико-математическое образование: школа – вуз. материалы V региональной научно-практической конференции. 2016. С. 19–25.
 11. Евстигнеев Д.А., Кузнецова И.В., Глухова Н.В. Анализ действия блокаторов калиевых каналов тетраэтиламмония и 4-аминопиридина на электрическую активность миелинизированных нервных волокон амфибий. – Ульяновск: УВАУ ГА, УлГПУ, 2009.
 12. Клетеник Д.В. Сборник задач по аналитической геометрии. Спб: Профессия, 2002. 200 с.
 13. Куренева Т.Н. Защита проекта как форма итоговой аттестации

- студентов // Информационные технологии в образовании Материалы Международной заочной научно-практической конференции. Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова. 2012. С. 81–83.
14. Куренева Т.Н. Метод проектов и информационно-коммуникационные технологии // Информационные технологии в образовании Материалы Международной научно-практической конференции. Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова. 2011. С. 96–98.
15. Куренева Т.Н. Обучение будущих учителей организации проектной деятельности школьников // Сибирский педагогический журнал. 2015. № 2. С. 161–165.
16. Куренева Т.Н. Проектная деятельность в обучении математике студентов нематематических специальностей // Проблемы современного математического образования в высшей школе Материалы международной заочной научной конференции, 2013. С. 147–149.
17. Плешко Н.В. Возможности применения графических интерпретаций при решении практических задач методами динамического программирования // Математические методы и модели: теория, приложения и роль в образовании. Международная научно-техническая конференция (Россия, Ульяновск, 28–30 апреля 2016 г.). С. 138–144
18. Розен В.В. Математические модели принятия решений в экономике. – М.: Высшая школа, 2002. 288 с.
19. Шикин Е.В., Чхартишвили А.Г. Математические методы и модели в управлении. М.: Дело. 2004. 440 с.

УДК: 514.113.6; 519-7

ББК 22

История изучения элементарных тел вращения как одно из средств формирования познавательного интереса при изучении темы «Тела вращения»

Микацадзе Юлия Александровна

Магистрант, 1 курс, МПМ-17, факультет физико-математического и технологического образования, Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н.Ульянова

г. Ульяновск, Россия

Научный руководитель: **Череватенко Ольга Ивановна**, к.ф.-м.н., доцент кафедры высшей математики, Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н.Ульянова.

Аннотация. По теме «Тела вращения», которые изучаются в школе, собран довольно скудный исторический материал, который отражал бы изучение каждого из элементарных тел вращения в отдельности. В данной работе проведена систематизация исторического материала по теме и выделены характерные этапы изучения каждого тела, а именно, цилиндра, конуса и шара во времена становления геометрии как науки. Также представлены интересные факты об элементарных телах вращения и их основное применение в различных областях науки и жизнедеятельности как в древности, так и в настоящее время. По теме составлен пример элективного курса, в котором используется исторический материал, в качестве одного из средств реализации прикладной направленности обучения геометрии.

Ключевые слова: тела вращения, цилиндр, конус, шар, история изучения тел вращения.

1. Введение.

Начальные сведения о телах вращения и их свойствах относят к тому времени, когда геометрия только зарождалась как будущая математическая наука. За несколько сотен лет до нашей эры земледельцы пытались вычислить количество собранного урожая по размерам куч и ёмкостей, где он хранился. Для астрономических наблюдений необходимо было изучать свойства самого шара и его частей.

В современности тела вращения нашли своё применение в различных областях науки. Например:

- Физика: луч света имеет форму конуса, вращательное движение тел;
- Химия: определение геометрии молекул и длин связи в них;
- Астрономия: некоторые объекты космического мира имеют форму тел вращения.

Также тела вращения широко применяются в жизни. Например:

- Архитектура: здания, напоминающие по форме тела вращения;
- Промышленность: создание различных деталей машин, имеющих форму фигур вращения;
- Безопасность жизнедеятельности: использование понятия «конус безопасности» для установки громоотвода;
- Быт: сосуды и емкости, имеющие форму фигур вращения.

Несмотря на такую широту областей применения, изучению тел вращения в школе на уроках геометрии отводится небольшое количество времени. Это связано с тем, что темы, которые необходимо изучить в 10-11 классах, очень обширны, а часов на изучении геометрии отводится совсем немного.

В школьных учебниках по геометрии теоретический материал на тему «Тела вращения» очень невелик. Задач на эту тему предлагается совсем немного. Основные тела вращения, которые изучаются в школе – это цилиндр, шар и конус.

Появляется необходимость заострения внимания на том, чего нет в школьных учебниках. Знакомство с данными вопросами дает возможность

студенту, школьнику познать всю необычность тел и поверхностей вращения. Также, в экзаменационных вариантах единого государственного экзамена (ЕГЭ) содержатся вопросы, которые связаны с фигурами вращения, и чтобы решить их, нужно знать теоретический материал. Для лучшего понимания темы необходимо знать историю их появления, изучения и развития. Как говорил Олдом Хаскли: «Люди не учатся на ошибках истории и это является самым главным уроком истории». Такую же аналогию можно провести и с историей математики, а именно, не зная истории появления и развития тех или иных математических идей, можно легко допустить ошибку, которая давно была исправлена. Всё, что сказано выше, указывает на актуальность данной темы исследования и позволяет сформулировать цель работы.

Цель работы: изучить историю цилиндра, конуса, шара и её применение при подготовке к урокам по данной теме.

Объект исследования: цилиндр, конус, шар.

Предмет исследования: история изучения цилиндра, конуса, шара и её применение при подготовке к урокам по данной теме.

2. Цилиндр.

Почти каждый человек знает, как выглядит цилиндр. Слово цилиндр произошло от древнегреческого слова κύλινδρος, что в переводе означает валик, каток.

В настоящее время форму цилиндров имеет головной убор, который имеет такое же название. Одним из наиболее интересных фактов об этом теле вращения являются «Цилиндры фараона». Они представляют собой два загадочных предмета, изображенных в руках некоторых древнеегипетских изваяний. Специалисты-египтологи не могут прийти к единому мнению о происхождении данных предметов. Один неизвестный автор утверждал, что цилиндры служили для фараонов и жрецов предметами для укрепления жизненных сил и общения с богами. По результатам исследований, оказалось, что Цилиндры фараона обладают широчайшим спектром благотворного воздействия на организм человека [3].

Не менее интересно то, как влияет современный образ жизни на фигуру человека. Британский профессор Филипп Трелевэн говорит, что из-за сидячей работы и некачественной пищи тело человека постепенно начинает приобретать форму цилиндра, так как грудь находится на 10 см выше, а бедра на 15 см ниже, чем десять лет назад.

С цилиндром люди знакомы с глубокой древности. Основной практической потребностью стала задача вычисления объёмов, которая и была тогда одним из стимулов развития геометрии. В математике Древнего Востока, в частности в Вавилонии и Египте, был известен ряд правил для вычисления объёмов, чаще всего эмпирических. Один древнеегипетский писец Ахмес написал папирус (1800 год до н.э.), который представляет собой собрание решений 84 задач, имеющих прикладной характер. Одними из таких задач как раз и были задачи по определению объема цилиндрических силосов для хранения зерна. Также Ахмес хотел узнать площадь круга, лежащего в основании цилиндра, что привело к определению числа π [1].

Далее греческая математика помогла освободить теорию вычисления объёмов от приближенных эмпирических правил. Еще в школе Платона изучались свойства призмы, пирамиды, цилиндра и конуса.

Важную роль в систематизации в определенной последовательности и изложении сведений о геометрии сыграл математик Евклид. Ему принадлежит труд «Начала», который содержит 15 книг, 13 из которых написаны Евклидом. В этом труде геометрия излагается так, как она известна и теперь под названием евклидовой геометрии. В 12-ой книге объемы пирамид и конусов сравниваются с объемами соответствующих призм и цилиндров. При доказательстве теоремы используется метод исчерпывания Евдокса [2].

В труде Архимеда «Метод» даётся решение задачи об объеме общей части пересекающихся цилиндров. Часть открытия этого принципа Архимед приписывает Демокриту.

3. Конус.

Конус – латинское слово заимствованное от древнегреческого слова κώνος, которое в переводе означает сосновая шишка.

Также как и о цилиндре, о конусе есть много интересных фактов. Во многих религиях и учениях это тело вращения имеет культовое значение. Имеется множество обрядов, в которых затрагиваются магические свойства конуса. Также название «Конусы» имеет и семейство хищных брюхоногих моллюсков. Яд некоторых видов, представленных в этом семействе, используют в фармакологии для изготовления сильнодействующих обезболивающих препаратов, которые не вызывают привыкания и, как следствие, наркотической зависимости.

Для обеспечения безопасности своего жилища и своей жизни от разрядов молний также могут помочь конусы. Они используются при установке громоотводов, с помощью которых образуется конус безопасности.

В геологии существует понятие «конус выноса». Это форма рельефа, которая образована скоплением обломочных пород, вынесенных горными реками на предгорную равнину или в более плоскую широкую долину.

В биологии есть понятие «конус нарастания». Это верхушка побега и корня растений, состоящая из клеток образовательной ткани.

История изучения конуса, также как и цилиндра, начинается с Древнего Востока и далее уходит в Древнюю Грецию. Евдокс Книдский дал строгое доказательство теорем, которые служат для вывода формулы объема конуса, используя метод исчерпывания.

В 11-ой книге «Начал» Евклида дается такое определение конуса: если вращающийся около одного из своих катетов прямоугольный треугольник слева вернется в то же самое положение, из которого он начал двигаться, то описанная фигура будет конусом. Евклид рассматривает только прямой их вид. В 12-ой книге «Начал» есть теоремы, относящиеся к конусам. Это теоремы об отношении объема конуса и объема соответствующего ему цилиндра, об отношении объемов двух конусов с равными основаниями, о площадях оснований двух равновеликих конусов [2].

Аполлоний Пергский, ученик Евклида, занимался сечениями конуса и изложил теорию по этой теме в восьми книгах трудов «Конические сечения». Также в этих трудах введено понятие конической поверхности, которой у Евклида не было. Определение конической поверхности Аполлония воспроизведено в современных школьных учебниках с существенной заменой круга на любую линию, которая называется направляющей [1].

Далее Архимед в своем наиболее известном трактате «О шаре и цилиндре» доказывает теорему о площади боковой поверхности равнобедренного (то есть прямого кругового) конуса [2].

4. Шар.

Под шаром принято понимать тело, которое ограничено сферой, то есть считается, что шар и сфера разные геометрические тела. Однако оба этих слова происходят от одного и того же греческого слова «сфайра», что в переводе означает мяч. При этом появление слова «шар» обусловлено переходом согласных сф в ш.

В настоящее время шаром называют сокращенно словосочетание «воздушный шар». Причем это словосочетание имеет два значения: средство передвижения и игрушка.

В древности и сфера и шар всегда были в большом почёте. Астрономические наблюдения над небесным сводом вызывали образ сферы. Пифагорейцы в своих в какой-то степени мистических рассуждениях утверждали, что сферические небесные тела располагаются друг от друга на расстоянии пропорциональном интервалам музыкальной гаммы. В этом усматривались элементы мировой гармонии. Отсюда пошло выражение «музыка сферы». По мнению Аристотеля, шарообразная форма, как наиболее совершенная, свойственна Солнцу, Земле, Луне и всем мировым телам. Также он полагал, что Землю окружает ряд концентрических сфер. Сфера и шар всегда широко применялись в различных областях науки и техники.

Мяч, глобус и сфера являются символами будущего. На уровне эмблем они же являются знаками промысла, проведения, вечности, власти и могущества коронованных особ.

Каменное полушарие сферы воплощается в ступах, связанных с местом бодхисаттв в Индии. В Индонезии они приобрели форму колокола с каменным шпилем наверху и называются дагобы.

В золотой глобус дева вливает алхимический дистиллят в алхимической свадьбе Христиана Розенкрейца.

Человек, который несёт над собой шар, символизирует несущего все тяготы мира. Таким образом этот знак интерпретирует философ Елена Рерих [4].

История изучения этих геометрических тел также берет свое начало в древневосточных странах и продолжается в Древней Греции. Успехи пифагорейцев в стереометрии были значительными. Они занимались изучением свойств шара. Однако они не смогли обосновать утверждения, относящиеся к объемам тел (пирамиды, конуса, цилиндра и шара), хотя эти утверждения были установлены эмпирически много веков раньше.

В трактате «О коноидах и сфероидах» Архимедом рассматриваются шар, эллипсоид, параболоид и гиперболоид вращения, их сегменты и определяется их объемы. А в своём трактате «Измерение круга» Архимед предлагает метод определения числа π .

Всего до нас дошло 13 трактатов Архимеда. В наиболее знаменитом «О шаре и цилиндре» Архимедом устанавливается такое соотношение: площадь поверхности шара в 4 раза больше площади наибольшего его сечения; формулируется соотношение объемов шара и описанного около него цилиндра как 2:3. Этим открытием Архимед дорожил больше всего. В своём завещании он попросил поставить на своей могиле памятник с изображением цилиндра с вписанным в него шаром и надписью расчета. Через полтора века этот памятник видел Цицерон. В этом же трактате Архимедом была сформулирована аксиома Архимеда, которая также иногда называется аксиомой Евдокса, играющая важную роль в современной математике [1].

В 11 книге «Начал» Евклидом определяется шар как фигура, описанная вращающимся около неподвижного диаметра полукругом [2].

Греческий математик Эратосфен подсчитал длину окружности земного шара. Он первый известный ученый определивший, что наша Земля имеет форму шара. И произвел достаточно точные расчеты длины окружности Земли по меридиану.

5. Тела вращения. Учебная рабочая программа элективного курса для учащихся 10-11 классов

Цель: усвоение, углубление и расширение математических знаний.

Задачи:

1. Способствовать развитию интереса к математике, повышению математической культуры учащихся;
2. Способствовать развитию пространственного мышления школьников, интеллектуальных и творческих умений учащихся;
3. Продолжить развитие способностей учащихся к математической деятельности;
4. Приобщение к истории математики как части общечеловеческой культуры;
5. Овладение определенным уровнем математической культуры;
6. Научить учащихся видению объемных фигур, видимых и невидимых линий, изображению объемных фигур на плоскости;
7. Научить проектированию разверток тел вращения;
8. Продолжить развивать умение работы с математической литературой;

Пояснительная записка.

Данный курс ориентирован на учащихся 10-11 классов, поскольку в программах этих лет содержится теория по теме «Тела вращения». Некоторые элементарные тела вращения, такие как, например, шар, цилиндр, рассматриваются еще в начальной школе на пропедевтическом уровне. Далее они снова появляются в 5-6 классах. Но основное изучение этой темы проводится в 10-11 классах.

Актуальность данного курса заключается в том, что одной из основных проблем стереометрии являются слабо развитое пространственное мышление школьников и неумение изображать пространственные фигуры на плоскости правильно.

Данный курс знакомит учащихся с историей развития тел вращения, которая либо отсутствует в большинстве школьных учебников по геометрии, либо присутствует в достаточно скудном количестве. Изучение истории развития математических понятий может способствовать повышению интереса к изучению математики. Также в данном курсе рассматриваются вопросы изображения объемных фигур на плоскости, построения разверток тел вращения, изготовления реальных объемных заготовок тел вращения из картона, решение задач по данной теме.

Преподавание строится как углубленное изучение вопросов, предусмотренных программой основного курса. Углубление реализуется на базе изучения истории развития тел вращения, разверток фигур на плоскости и последующем изготовлении заготовок, соответствующих телам вращения, изображения объемных фигур на плоскости. В процессе работы возможно перераспределение часов в зависимости от уровня подготовки учащихся.

Требования к уровню усвоения учебного материала:

В результате изучения программы элективного курса учащиеся получают возможность знать, понимать:

1. Определение тел вращения;
2. Основные свойства тел вращения;
3. История развития тел вращения;
4. Правила изображения тел вращения на плоскости.

Уметь:

1. Строить развертки различных тел вращения;
2. Применять свойства тел вращения для решения практических задач;
3. Правильно изображать тела вращения на плоскости.

Содержание курса:

1. Введение (1 ч). Цели и задачи элективного курса. Вопросы, рассматриваемые курсе, его структура. Знакомство литературой, темами творческих работ. Требования, предъявляемые участникам курса.
2. История развития и основные понятия, связанные с телами вращения (4 ч). История развития понятий конус, цилиндр, шар (сфера). Плоскостное изображение тел вращения.
3. Построение разверток (2 ч). Развертка тела. У каких тел есть развертка, а у каких нет. Развертка конуса, цилиндра. Изображение ее на плоскости. Построение объемных моделей тел вращения с помощью их разверток.
4. Решение задач (3 ч). Задачи ЕГЭ (базовый и профильный уровни), связанные с телами вращения. Некоторые олимпиадные задачи.
5. Итоговое занятие (1 ч).

Учебно-тематическое планирование

№ п/п	Тема занятия	Кол-во часов
1	Введение.	1
	История развития и основные понятия, связанные с телами вращения	4
2	История изучения геометрического тела конус и его свойства.	1
3	История изучения геометрического тела цилиндр и его свойства.	1
4	История изучения геометрического тела шар и его свойства.	1
5	Плоскостное изображение цилиндра, конуса и шара.	1
	Построение разверток	3
6	Развертки цилиндра, конуса и шара.	1
7	Моделирование тел вращения, используя их развертки.	2
	Решение задач	5
11	Решение задач ЕГЭ (базовый уровень).	1

12	Решение задач ЕГЭ (Профильный уровень).	2
13	Решение некоторых олимпиадных задач.	2
	Итоговое занятие	1
	Итого:	14

Литература:

1. Александров А.Д. Математика: алгебра и начала математического анализа, геометрия. Геометрия. 10–11 классы: учеб. для общеобразоват. организаций: базовый и углубл. уровни [Текст] / А.Д. Александров, А.Л. Вернер, В.И. Рыжик. – М.: Просвещение, 2014. – 255 с.
2. Атанасян, Л.С. Геометрия. Учеб. пособие для студентов физ.-мат. фак. пед. ин-тов. В 2 ч. Ч. 2 [Текст] / Л.С. Атанасян, В.Т. Базылев. – М.: Просвещение, 1987. – 352 с.
3. Готман, Э.Г. Стереометрические задачи и методы их решения [Текст] / Э.Г. Готман. – М.: МЦНМО, 2006. – 160 с.
4. Калинин, А.Ю. Геометрия. 10–11 классы. – Новое изд., испр. и доп. [Текст] / А.Ю. Калинин, Д.А. Терёшин. – М.: МЦНМО, 2011. – 640 с.
5. Оболенский, А.Ю. Лекции по аналитической геометрии: Учебно-методическое пособие [Текст] / А.Ю. Оболенский, И.А. Оболенский. – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004. – 216 с.
6. Понарин, Я.П. Элементарная геометрия: В 2 т. – Т.2: Стереометрия, преобразования пространства [Текст] / Я.П. Понарин. – М.: МЦНМО, 2006. – 256 с.
7. Потоскуев, Е.В. Геометрия. 11 кл.: Учеб. для общеобразоват. учреждений с углубл. и профильным изучением математики [Текст] / Е.В. Потоскуев, Л.И. Званич. – М.: Дрофа, 2004. – 368 с.
8. Хрестоматия по истории математики. Арифметика и алгебра. Теория чисел. Геометрия. Пособие для студентов физ.мат. фак. пед. ин-тов. [Текст] / под ред. А. П. Юшкевича. – М.: Просвещение, 1976. – 318 с.

6. Заключение.

На протяжении всей истории человечества тела вращения восхищали совершенством форм и широтой областей, в которых их можно применять. Данная тема расширяет интересы в области геометрии, позволяет узнать о том, что геометрические фигуры встречаются и окружают нас в повседневной жизни. К примеру, архитектор, прежде чем начать строительство какого-либо сооружения, содержащего элементы тел вращения, должен создать проект и сделать все расчеты, чтобы результат был хорошим.

История математики важна, также как и история России и мира в целом. Рассматривая её с разных сторон, можно понять, что с одной стороны – это часть истории науки, поскольку нельзя мыслить развитие математики отдельно от практической части науки в целом; с другой стороны – это дисциплина, которая изучает саму математику, рассматриваемую в историческом измерении. Для того, чтобы понять важность тех или иных математических идей, необходимо понять, какой путь пройден от зарождения и появления этой идеи до настоящего времени.

В настоящей работе был проведен анализ литературы по истории изучения цилиндра, конуса и шара, написан пример элективного курса с применением истории изучения тел вращения на уроках геометрии.

Таким образом, цель, сформулированная в начале работы, была достигнута.

Библиографический список

1. Хрестоматия по истории математики / под ред. А. П. Юшкевича. – М. : Просвещение, 1977. – 224 с
2. Кокурин Ю.К. Курс лекций по истории математики. Владимир: ВлГУ, 2014. – 184 с.
3. Ковтун В.П. Тайна цилиндров фараона. Древние секреты исцеления. М.: Современное слово, 2006. 288 с.
4. Primeinfo – интересные факты.
URL: <http://primeinfo.com.ua/shar.html#ixzz4xhBKjw4m>

УДК: 537

ББК 22.31

Электропроводность однослойных углеродных нанотрубок: теоретический анализ методов определения по индексам хиральности

Шмыгова Ирина Сергеевна,

студентка группы фм-13 факультета физико-математического и технологического образования ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»

г. Ульяновск, Россия

Чаадаев Александр Алексеевич,

Заведующий лабораториями кафедры физики и технических дисциплин ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»

г. Ульяновск, Россия

Аннотация. Проведён сравнительный анализ методов определения типа электропроводности однослойных углеродных нанотрубок с различными индексами хиральности. Рассмотрены в сравнении два метода. Первый основан на модели обратно пропорциональной зависимости ширины запрещённой зоны от радиуса нанотрубки. Второй – на эмпирической закономерности, отражающей корреляцию между типом проводимости и разностью индексов хиральности трубки (индекс k). Показано, что использование простейшей модели в первом случае не приводит к обнаружению металлического типа электропроводности для трубок типа «armchair» (n,n) . Предложена модель, совмещающая оба подхода, и описывающая зависимость ширины запрещённой зоны от размера трубки с поправкой, учитывающей индекс k .

Ключевые слова: углеродные нанотрубки, электропроводность, ширина запрещённой зоны, индексы хиральности.

Введение

В настоящее время одним из наиболее динамично развивающихся направлений по исследованию наноструктурных материалов является изучение структуры и свойств углеродных нанотрубок (УНТ). Нанотрубки известны совершенством своего строения, обладают регулярной устойчивой структурой, определяющей их уникальные свойства. Это обуславливает широкие перспективы использования как самих нанотрубок, так и материалов, созданных на их основе.

Одной из сфер, где в перспективе предполагается применение углеродных нанотрубок, является наноэлектроника и нанофотоника [14, с. 109]. Углеродные нанотрубки рассматриваются как основной материал электронных компонентов будущего [8, с. 3], который позволит создавать в т.ч. гибридные интегральные схемы с массивами нанотрубок на подложке (кремний, оксид кремния) [1, с. 3].

При использовании подобных элементов необходимо точно знать условия роста, определяющие структуру нанотрубок. При этом структура отдельных нанотрубок определяет работу элемента в известном режиме и с заданными параметрами.

Одним из важнейших свойств углеродных нанотрубок является электропроводность. Тип электропроводности определяется шириной запрещённой зоны структуры. В свою очередь, ширина запрещённой зоны зависит от размера нанотрубки [3, с. 961]. Но как показали результаты расчётов и экспериментов, зависимость эта нетривиальна [2, с. 209]. Считается, что трубки типа «armchair» (n,n) имеют металлическую проводимость [4, с. 183]. Также в проводимость вносит свой вклад миграция протонов [5, с. 2285]. Стоит отметить, что некоторые расчёты приводят к результату, опровергающему отсутствие щели в энергетическом спектре (что характерно для металлов), однако это не противоречит измеренной в экспериментах электропроводности (n,n) [10, с. 2362].

Целью данной работы является сравнительный анализ результатов применения косвенных методов определения типа электропроводности однослойных углеродных нанотрубок с различными индексами хиральности.

Задачи, решаемые в ходе данной работы:

- Проанализировать некоторые особенности электропроводимости углеродных нанотрубок;
- Рассмотреть два косвенных метода определения электропроводности;
- Произвести сравнительный анализ результатов определения типа электропроводности на основе указанных методов;
- Предложить феноменологическую модель, описывающую наблюдаемые в экспериментах особенности в электропроводности углеродных нанотрубок типа «armchair»

При этом не ставилась задача о квантовомеханическом описании энергетического спектра трубок, представленном, например, в модели Хаббарда [6, с. 403].

Особенности структуры однослойных углеродных нанотрубок

Электронные свойства углеродных нанотрубок зависят от многих факторов, таких как диаметр нанотрубки, наличие дефектов структуры, наличие инжектированных внутрь трубки атомов примесей и др. [3, с. 962].

Для определения типа электропроводности используется метод, основанный на модели зависимости приведённой ширины запрещённой зоны углеродной нанотрубки от приведённого радиуса [3, с. 961]:

$$\varepsilon_g = \frac{1}{R_d} \quad (1)$$

Известно, что диаметр трубки однозначным образом определяется индексами хиральности [3, с. 955]:

$$D = \frac{\sqrt{3}d_0}{\pi} \sqrt{m^2 + n^2 + mn} \quad (2)$$

где d_0 – длина связи между соседними атомами углерода в гексагоне, она составляет 0,142 нм.

Приведённый радиус равен:

$$R_d = \frac{D}{2d_0} = \frac{\sqrt{3}}{2\pi} \sqrt{m^2 + n^2 + mn} \quad (3)$$

Ширина запрещённой зоны приводится к энергии π -связи, образованной двумя р-электронами соседних атомов углерода [3, с. 961].

Т.о. величина ширины запрещённой зоны (в эВ) определяется как:

$$E_g = \varepsilon_g \cdot E_\pi \quad (4)$$

E_π – энергия взаимодействия двух электронов в π -связи.

Используя значение молярной энергии для разрыва π -связи [9, стр. 7]:

$$E_{\pi_{\text{моль}}} = 247 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} \quad (5)$$

находим:

$$E_\pi = \frac{E_{\pi_{\text{моль}}}}{N_A} \quad (6)$$

$$E_g = 2.563 \cdot \varepsilon_g \text{ эВ} \quad (7)$$

Тип электропроводности может быть определён по величине запрещённой зоны из условия [11, с. 452]:

- $E_g \ll 2$ эВ – электропроводность металлического типа;
- $E_g < 2$ эВ – электропроводность полупроводникового типа;
- $E_g > 2$ эВ – диэлектрик.

С увеличением диаметра трубки её электронные свойства приближаются к графиту [7, с. 76], при этом, как это согласуется с (1), ширина запрещённой зоны

уменьшается [12, с. 320].

Второй метод основан на использовании индекса

$$k = m - n \quad (m > n) \quad (8)$$

который однозначно определяет электронные характеристики углеродных нанотрубок [3, с. 961]. Электропроводность определяется следующими значениями индекса k [3, с. 361]:

- $k=0$, электропроводность металлического типа.
- $k=3(q+1)$, узкозонный полупроводник.
- $k=3q+1$ и $k=3q+2$, полупроводник с умеренной шириной запрещённой зоны.

Значения параметра $q=0,1,2,\dots$

Принадлежность трубки к тому или иному типу электропроводности (узкозонный полупроводник или с умеренной шириной запрещённой зоны) можно узнать, исходя из определения целочисленности параметра q .

Узкозонный п/п:

$$q = \frac{k}{3} - 1 \in \mathbb{Z} \quad (9)$$

Полупроводник с умеренной шириной запрещённой зоны (1 тип):

$$q = \frac{k - 1}{3} \in \mathbb{Z} \quad (10)$$

Полупроводник с умеренной шириной запрещённой зоны (2 тип)

$$q = \frac{k - 2}{3} \in \mathbb{Z} \quad (11)$$

Определение типа электропроводности однослойных углеродных нанотрубок для заданных индексов хиральности

Расчеты проводились для трубок с хиральностью (6;0), (6;3), (6;6), (18;4),

(18;9), (20;15).

Расчёт индекса k проводился по (8), выражения (9)-(11) использовались для определения типа проводимости.

Приведённый радиус R_d , приведённой ширины запрещённой зоны ε_g и величины запрещённой зоны E_g использовались соответственно выражения (3), (1) и (7).

Результаты расчётов приведены в Приложении №1.

Модификация стандартной модели

Поскольку индекс k определяет свойства электропроводности, то при определении ширины запрещённой зоны ОУНТ следует учесть его влияние на энергетический спектр электронных состояний. Как уже было указано выше, при равенстве нулю индекса k однослойные углеродные нанотрубки, т.е. трубки типа «armchair» имеют металлическую проводимость [2, с. 202]. Т.о. при равных значениях индексов хиральности запрещённая зона практически отсутствует. Следовательно, в выражении для ширины запрещённой зоны:

$$E_g = \frac{5.126\pi}{\sqrt{3}\sqrt{m^2 + n^2 + mn}} \text{ эВ} \approx \frac{2.959}{\sqrt{m^2 + n^2 + mn}} \text{ эВ} \quad (12)$$

можно ввести поправку, учитывающую влияние структуры (индекс k). Это можно сделать рассуждая следующим образом.

Значения индексов хиральности принадлежат к дискретному набору чисел. Поэтому зависимость ширины запрещённой зоны от индексов хиральности даёт также дискретный набор значений ширины запрещённой зоны при различных индексах, вырожденный дважды, поскольку (12) – есть функция симметричная относительно перестановок n и m . Это, однако можно не принимать во внимание, т.к. вырождения как такового нет – перестановки индексов условны и не влияют на физические свойства трубок.

Учитывая дискретный характер набора значений энергий и уменьшение

ширины запрещённой зоны для трубок типа (n, n) , можно ввести полуэмпирическую поправку, представляющую собой функцию Хэвисайда от разности индексов хиральности:

$$E_g = \frac{5.126\pi}{\sqrt{3}\sqrt{m^2 + n^2 + mn}} (1 - 2\theta(-|m - n|)) \quad (13)$$

Функция Хэвисайда, как известно, обладает следующими свойствами:

$$\theta(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ \frac{1}{2}, & x = 0 \\ 1, & x > 0 \end{cases} \quad (14)$$

Введение функции Хэвисайда в выражение зависимости ширины запрещённой зоны от индексов хиральности, позволяет получить скачкообразный переход к металлическому типу электропроводности трубок типа «armchair», что наблюдается на практике.

Выводы и их обсуждение

Из расчётов следует, что зависимость ширины запрещённой зоны от радиуса трубки указывает на полупроводниковые свойства углеродных нанотрубок. Это подтверждается условием $E_g < 2\text{эВ}$ для всех рассмотренных видов. Однако, зависимость вида (1) не позволяет учесть различие в электропроводности для трубок различной хиральности, и в частности металлический тип для трубок «armchair».

При определении типа электропроводности следует учитывать поправки, вносимые структурой углеродных нанотрубок (индекс k). Без учёта электронных свойств и расчёта плотности состояний электронов нами были предложены выражения для данной зависимости (13).

Учёт поправок приводит к тому, что ширина запрещённой зоны является осциллирующей функцией радиуса УНТ. Введение функции Хэвисайда позволяет учесть влияние хиральности на электропроводность трубок [7, с.

2285].

Поскольку зависимость размеров трубок от индексов хиральности является однозначной функцией, то введённые нами поправки будут удобны для оценки типа проводимости образцов углеродных нанотрубок по их размерам с использованием методов электронной микроскопии [13, с. 81].

Библиографический список

1. Булярский С. В. Углеродные нанотрубки: технология, управление свойствами, применение. Ульяновск: Стрежень. 2011. 480 с.
2. D'yachkov P. N., Breslavskaya N. N. // J. Mol. Struct. (Theochem). 1997. V.397. P.199-211.
3. Елецкий А. В. // УФН. Том 167, №9. Сентябрь 1997. Стр. 945-972.
4. Иванченко Г. С., Лебедев Н. Г.// Физика твердого тела. Том 49, вып. 1. 2007. Стр. 183-189.
5. Иванченко Г. С., Лебедев Н. Г.// Физика твердого тела. Том 51, вып. 11. 2009. Стр. 2281-2286.
6. Изюмов Ю. А. // УФН. Том 165, №4. Апрель 1995. Стр. 403-427.
7. Котосонов А. С, Атражев В. В. // Письма в ЖЭТФ, т. 72, вып. 2, стр. 76-80, 2000.
8. Кутлубаев Д. З. Электронная структура углеродных нанотрубок, карбина и металлических нанопроводов с точечными дефектами замещения. Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата химических наук. Москва. 2012. 16 стр.
9. Лебедев Ю. А. Лекции по органической химии. Лекция 2. Химическая связь// Международный центр эвереттических исследований: [сайт]. URL: <http://www.everettica.org/art/Lec2.pdf> (дата обращения 8.02.2016)
10. Мурзашев А. И., Шадрин Е. О.// Физика твердого тела. Том 54, вып. 12. 2012. Стр. 2359-2365.
11. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Т. 3. Электричество и магнетизм. 4-е изд., стереот. — М.: ФИЗМАТЛИТ; Изд-во МФТИ, 2004. - 656 с.

12. Сысоев И. В., Переславцева Н. С., Дубровский О. И. // Конденсированные среды и межфазные границы, т. 16, №3, стр. 318-322. 2014.
13. Штанский Д. В. // Рос. хим. ж. Том XLVI, №5. 2002. Стр. 81-89.
14. Щербаков А. А., Лесничий Я. В. // Труды МФТИ. Том 4, №3. 2012. Стр. 109-113.

Приложение №1. Таблица результатов определения типа электропроводности УНТ

№	Индексы хиральности		Индекс k	Тип электропроводности по k	R_d	ε_g	E_g	Тип электропроводности по E_g
	m	n			ед. d_0	ед. E_π	эВ	
1	6	0	6	Узкозонный п/п	1.654	0.605	1.550	п/п
2	6	3	3	Узкозонный п/п	2.188	0.457	1.171	п/п
3	6	6	0	Металлическая проводимость	2.865	0.349	0.895	п/п
4	18	4	16	П/п с умеренной шириной запрещённой зоны	5.595	0.179	0.458	п/п
5	18	9	9	Узкозонный п/п	6.564	0.152	0.390	п/п
6	20	15	5	П/п с умеренной шириной запрещённой зоны	8.384	0.119	0.306	п/п

УДК 531.5

ББК 22.6, 22.3

Об открытии гравитационных волн на школьном уроке физики

Майорова Татьяна Игорьевна

ассистент кафедры физики и технических дисциплин

Ульяновский государственный педагогический университет

имени И.Н. Ульянова

г. Ульяновск, Россия

Большакова Катерина Александровна

аспирант кафедры физики и технических дисциплин, 2 год обучения,

Ульяновский государственный педагогический университет

имени И.Н. Ульянова

г. Ульяновск, Россия

Трофимов Егор Иванович

студент

Ульяновский государственный педагогический университет

имени И.Н. Ульянова

г. Ульяновск, Россия

Аннотация. Обозначена потребность освещения исторического развития открытия явления – гравитационные волны. Авторы исходят из того, что вводится учебный предмет «Астрономия» в школах. Данный факт приводит к нескольким вопросам, на которые предстоит ответить. В представленной статье делается акцент, что изложенный материал может быть использован в рамках преподавания, как астрономии, так и физики. Материал об открытии гравитационных волн подробно изложен, начиная с первых представлений об этом явлении, первых экспериментов и заканчивая вопросами, на которые возможно ответить после открытия гравитационных волн.

Ключевые слова: астрономия, гравитационные волны, методика преподавания.

1. Введение. 7 июня 2017 года подписан приказ Министерства образования и науки Российской Федерации № 506 «О внесении изменений в федеральный компонент государственных образовательных стандартов начального общего, основного общего и среднего (полного) общего образования, утвержденный приказом Министерства образования российской Федерации от 5 марта 2004 г. № 1089». Данный приказ вносит изменения в часть II федерального компонента «Среднее (полное) общее образование» по вопросу возвращения в обязательную часть учебного плана предмета «Астрономия».

Так, в 2017-2018 году в школах появился учебный предмет «Астрономия». Преподаватели, что когда-то вели астрономию, успели что-то подзабыть, а молодые – не вели ни одного урока по этому предмету. В связи с этим необходимо восстанавливать методику преподавания предмета, а кому-то научиться преподавать астрономию.

Со времени исчезновения из учебных планов школ и вновь включения в него предмета «Астрономия» прошло около 10 лет. За это время наука, в том числе и астрономия, обогатилась рядом достижений и открытий. В области астрономии самым обсуждаемым является открытие явления гравитационных волн.

Материал, представленный во второй части, представляет интерес для преподавателей астрономии, а так же тех, кто хочет подробнее знать об этом явлении. Его можно использовать как на уроках астрономии, так и на уроках физики, так как в физике изучается раздел «Механические и электромагнитные волны». Изучение гравитационных волн учащимися может происходить в рамках исследовательской работы или при написании реферата и последующего его представления на одном из уроков по физике или астрономии.

2. Об открытии гравитационных волн. Многие века наблюдение космоса ограничивалось очень узким спектром электромагнитных волн – видимым излучением. Используя глаз, как детектор, а изобретенные в 17 веке телескопы – как усилители сигнала, было сделано немало открытий. Постепенно развитие науки позволило полагаться на всё разнообразие электромагнитных волн.

Современные средства наблюдения включают уже весьма массивные радиотелескопы, инфракрасные и гамма-телескопы, расположенные на орбите Земли, позволяющие рассматривать электромагнитное взаимодействие во всех его проявлениях. Однако не только фотоны способны передавать информацию от далеких объектов. С древности известно еще одно взаимодействие, которое на космических масштабах играет, пожалуй, главную роль. Речь, конечно же, идет о гравитационном взаимодействии.

В классической теории гравитации Ньютона считалось, что гравитационное взаимодействие осуществляется с бесконечной скоростью и моментально начинает действовать на любом расстоянии. Однако, А. Эйнштейн в ОТО отказался от принципа дальнего действия и принял конечность скорости распространения гравитационного взаимодействия. [5, с. 7]

Гравитационное взаимодействие, подобно, электромагнитному, распространяется в пространстве волнообразно. Не совсем корректно называть эти гравитационные волны распространением гравитационного возмущения. Принцип эквивалентности, характерный гравитационному взаимодействию, делает понятия «гравитация» и «геометрия пространства» равнозначными. Строго говоря, не важно, что несет ответственность за траекторию пробной частицы: сила гравитации, или же искривление самого пространства. Опираясь на общую теорию относительности (далее по тексту ОТО), можно сделать вывод, что тяготение – это следствие искривления пространственно-временного континуума. Материя Вселенной при помощи гравитации меняет геометрию мира в течение миллиардов лет, а на этом фоне пробегает пространственно-временная рябь гравитационных волн. [3; 5, с. 8-9]

«Взмахните рукой — и по всей Вселенной побегут гравитационные волны. Они расходятся почти от любого движущегося предмета — прыгающего по лужайке кролика, вылетевшей из ствола пули, стартующей ракеты» - С. Попов, М. Прохоров. Призрачные волны вселенной.

Наглядным примером гравитации является натянутая ткань (например, батут). Если поместить на неё тела, то упругая поверхность будет прогибаться.

Чем массивнее тело, тем сильнее деформация. Два тела, помещенные на ткань, если они достаточно массивные и «чувствуют» друг друга, в итоге, притянутся. Если же вокруг более тяжелого тела запустить более легкое, оно будет двигаться по окружности «воронки» первого. Всё это напоминает действие гравитации. Искривление же ткани соответствует искривлению пространства, что вызвано массивными телами. А теперь быстро уберем тело с нашей упругой поверхности (или, наоборот, быстро поместим на неё) – при внимательном наблюдении можно будет заметить, что по материи в стороны от тела побежали волны. Если катить тело по поверхности, то другие тела на ней не сразу почувствуют изменения – на это потребуется время. [4]

Несмотря на то, что все движущиеся материальные тела испускают гравитационные волны, обнаружить их крайне проблематично. Причиной этого является то, что гравитационное взаимодействие является среди фундаментальных взаимодействий самым слабым. Чтобы волна была ощутимой для возможностей современной техники, её источник должен быть достаточно «мощным». Помимо этого, для регистрации нужно, чтобы сигнал быстро менялся во времени, т.е. имел достаточно высокую частоту. В противном случае изменения могут быть такими медленными, что их невозможно будет обнаружить.

Какими же характеристиками должен обладать источник гравитационных волн большой интенсивности? Очевидно, что он не может излучить энергии больше, чем его энергия покоя Mc^2 , где c – скорость света. На самом деле в излучение уйдёт лишь часть от этой энергии. Какая именно, зависит от процесса, при котором возникли гравитационные волны. [5, с. 10–13]

Из закона тяготения Ньютона следует, что всякое тело массы M и радиуса R обладает на поверхности гравитационным потенциалом $\phi = GM/R$. С помощью данного потенциала можно найти отношение собственной гравитационной энергии тела $M\phi$ к его энергии покоя. Этот безразмерный параметр будет равен

$$\frac{\phi}{c^2} = \frac{GM}{Rc^2} = \frac{r_g}{2R} \leq 1,$$

где G – гравитационная постоянная Ньютона, r_g – гравитационный радиус тела массы M .

Гравитационный радиус (или радиус Шварцшильда) определяет радиус сферы, на которой располагался бы горизонт событий, если внутри неё была равномерно распределена вся масса тела M . Более грубо – это радиус черной дыры, которая образовалась бы, если тело заданной массы сжалось до размеров точки.

Исходя из описанного соотношения, можно понять, что наибольшей гравитационной энергией будут обладать источники, радиус которых порядка гравитационного: $R \approx r_g$. В астрофизике такие объекты называют релятивистскими (сверхплотными) звездами. Чтобы понять, насколько плотными и компактными являются такие звезды, следует указать, что гравитационный радиус Солнца составляет $r_g \approx 3$ км при $R \approx 696000$ км и $r_g/R \sim 10^{-6}$. Очевидно, что помимо звезд, большой гравитационной энергией обладают черные дыры, масса которых полностью заключена внутри их горизонта событий.

Чтобы излучение было мощным, необходимо, чтобы энергия высвободилась за кратчайшее время. Процесс, вызывавший появление гравитационных волн, должен идти со скоростями, близкими к скорости света. Это делает эффективный гравитационный излучатель релятивистским не только по величине гравитационного поля, но также и по скорости динамики катаклизма.

Оценим амплитуду гравитационной волны, возбуждающей наземный детектор. Величина деформаций, искривляющих пространство на поверхности источника, $h_0 \sim r_g/R$. Как и любая сферическая волна, гравитационная теряет амплитуду обратно пропорционально пройденному расстоянию. Так, амплитуда гравитационных волн на поверхности Земли будет $h \sim (r_g/R) \times (r_g/r)$. Если рассматривать нейтронную звезду, образовавшуюся при взрыве сверхновой в

центре нашей Галактики ($r \sim 10$ кпк), и имеющей $(r_g/R) \sim 0,1$, получим, что амплитуда регистрируемых гравитационных волн будет $h \sim 10^{-18}$. Такого порядка будет относительное изменение расстояния ($h = \Delta l/l$) между двумя свободными пробными частицами, индуцированное гравитационной волной. Это соответствует изменению расстояния между двумя телами, расположенными в 1 км друг от друга, на величину порядка размеров ядра атома (10^{-15} м).

Чтобы обнаружить гравитационные волны, следует рассчитывать на гораздо меньшую амплитуду. Дело в том, что вспышки сверхновых происходят в одной галактике в среднем раз в 100 лет. При такой малой вероятности удачной находки в одной нашей Галактике, следует увеличить число наблюдаемых галактик. Достаточно крупное скопление галактик расположено в созвездии Девы. Расстояние до них порядка 10–20 Мпк. При таком расстоянии до источника амплитуда гравитационной волны, регистрируемая на Земле будет уже $h \sim 10^{-21}$. Частота событий, порождающих эти гравитационные волны, будет составлять порядка 10 шт./год. [5, с. 10–13]

2.1. Первые детекторы гравитационных волн. Необходимость измерения крайне малых величин заставляет искать различные нестандартные способы регистрации гравитационных волн. Первопроходцем в этом направлении является Джозеф Вебер (1919–2000). В качестве детектора он использовал алюминиевый цилиндр массой 1,2 тонны и длиной 1,5 метра. Данный тип антенн, называемых твердотельными, основан на следующем. Поле относительных ускорений, переносимых гравитационным излучением, должно заставлять колебаться молекулы детектора, вызывая акустические волны внутри него. Если частота вынужденных колебаний совпадет с частотой собственных колебаний детектора, то акустические вибрации будут резонансно усилены по амплитуде. Такие усиленные колебания регистрируются сетью пьезодатчиков. [3; 5, с. 14–16]

Для фильтрации гравитационных импульсов на фоне различных шумов, регистрируемых датчиками, используют несколько весьма удаленных друг от

друга детектора. Для снижения шума детекторы устанавливаются на специальных антисейсмических подвесках, снабжаются электромагнитной экранировкой, помещаются в вакуум. Помимо этого, применяют сверхглубокое охлаждение детекторов до температуры менее 1 К, что позволяет уменьшить тепловые колебания молекул вещества – так называемый броуновский шум.

Вебер провел в 1968 – 1972 годах серию экспериментов на паре пространственно разнесенных детекторов (Чикаго – Мэриленд), пытаясь выделить случаи их одновременного срабатывания. В 1969 году на страницах *Physical Review Letters* он сообщил, что ему удалось обнаружить колебания с амплитудой 10^{-16} . Однако, это заявление было встречено весьма скептически. Можно заметить, что чувствительность датчиков Вебера, составляющая 10^{-16} , на два порядка не дотягивает до теоретической и, причем, весьма оптимистической величины 10^{-18} для сверхновой, наблюдаемой в нашей Галактике. Ошибся ли Вебер в статистической обработке результатов, или датчики сработали на какое-то другое возмущение – точно не известно. Таким образом, первая попытка обнаружить гравитационные волны успехом не увенчалась. [3; 5, с. 14–16]

2.2. *Астрофизические доказательства гравитационных волн.* Создание более совершенных и чувствительных детекторов наткнулось на различные технические проблемы, на решение которых уходили многие годы. Но экспериментаторам пришли на помощь астрофизики-наблюдатели.

В 1974 году американский радиоастроном Джозеф Тейлор и его студент Рассел Халс обнаружили двойную систему PSR B1913+16, состоящую из двух нейтронных звезд, одна из которых является радиопульсаром. При тщательном анализе оказалось, что период этой двойной системы сокращается. Причем величина этого изменения хорошо согласуется с решениями уравнений ОТО, описывающих потерю энергии звездной пары, обусловленную гравитационным излучением. Таким образом, было найдено косвенное доказательство реальности существования гравитационного излучения в природе. За это открытие Тейлор и Халс в 1993 году получили Нобелевскую премию по физике. [5, с. 16–17]

2.3. *Миссии WMAP и PLANCK.* Косвенное доказательство существования гравитационных волн вселило в экспериментаторов уверенность. Продолжились попытки зафиксировать их. Но не всегда эти попытки оказывались результативными. Показательной является история с коллаборацией WMAP, изучающей поляризацию реликтового излучения. Для этого используется очень чувствительный микроволновый телескоп, расположенный на Южном полюсе. В 2014 году было сделано сенсационное заявление, что удалось обнаружить следы гравитационных волн в реликтовом излучении. В полученных телескопом WMAP картах поляризации были обнаружены так называемые В-моды — характерные особенности поляризации, которые могли быть вызваны сильными гравитационными волнами, возникшими в первые мгновения с момента образования Вселенной в период инфляции. Это открытие должно было добавить последнее подтверждение теории космологической инфляции. Но, несмотря на начальный ажиотаж вокруг этой новости, многие начали высказывать сомнения: не является ли эта поляризация следствием теплового излучения межзвездной пыли нашей Галактики.

Исследовательская группа, зная о такой возможности, выбрала для наблюдений участок неба, свободный от пыли, а на основе своих вычислений пришли к выводу, что пыль не может давать такую картину. Однако для однозначного отделения пыли стоило бы провести измерения на разных частотах — интенсивность излучения от пыли сильно растет с повышением частоты. В итоге точку в спорах поставили данные с космической обсерватории «Планк». Телескоп, обзоревающий всё небо и лишенный вредного действия атмосферы, показал, что пренебрегать засветкой от пыли нельзя. Полученный результат не отменяет возможность наличия в сигнале WMAP гравитационных волн, просто их интенсивность на фоне космической пыли может оказаться весьма небольшой. Но однозначно становится понятным, что первоначальное заявление WMAP является слишком оптимистичным и нуждается, как минимум, в дальнейших экспериментальных проверках. [1,6]

2.4. *Интерференционные детекторы.* Впрочем, несмотря на многочисленные неудачные попытки экспериментального обнаружения гравитационных волн, учёным всё же удалось их зафиксировать. Сделать это удалось с помощью интерференционных детекторов.

Регистрация малых величин вариации метрики как относительных пространственных деформаций $h = \Delta l/l$ может идти двумя путями: либо увеличивать расстояния между пробными свободными телами, либо улучшать точность измерения изменения расстояния. Очевидно, что для твердотельных детекторов гравитационных волн первый путь невозможен из-за сложности создания массивных и протяженных твердых тел, которые, к тому же, необходимо изолировать от воздействия окружающей среды. Вторым путем упирается в возможности физических принципов детектирования и большую шумовую засветку. Исходя из вышесказанного, вытекает, что наиболее оптимально измерять расстояния между двумя отдельными массивными телами, расположенными на значительном расстоянии. Делать это можно при помощи электромагнитных волн, например, лазерного излучения, наблюдая картину интерференции. [5, с. 26–27]

Впервые использовать оптический интерферометр Майкельсона для детектирования гравитационных волн предложили советские физики М. Е. Герценштейн и В. И. Пустовойт. В 1962 году они опубликовали свои идеи в статье *Журнала Экспериментальной и Теоретической Физики*.

Интерферометр, предназначенный для изучения гравитационных волн, представляет две перпендикулярные вакуумные камеры длиной в несколько километров. На конце каждого плеча интерферометра устанавливается массивное зеркало. Луч лазера, обладающего большой мощностью и строгой монохроматичностью, на входе расщепляется на два пучка, которые идут по обеим камерам, отражаются от зеркал, возвращаются обратно и соединяются в полупрозрачном зеркале. По наблюдаемой картине интерференции лучей, прошедших разные камеры, можно определить изменение длины плеч интерферометра. Это изменение при наблюдении гравитационных волн

позволит определить величину относительных деформаций. Для улучшения точности измерений американский профессор Рейн Вайс предложил увеличивать «эффективную длину» плеч интерферометра за счет многократных отражений оптического луча от пробных масс-зеркал в каждом из плеч. Таким образом, интерферометр с линейными размерами в 3 км при 100-кратных отражениях луча в каждом из плеч будет иметь эффективную длину плеча в 300 км. [5, с. 26–27]

Антенны гравитационного излучения, основанные на данном принципе, построены в США (проект LIGO – Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory) и в Европе (проект Virgo). Проект LIGO состоит из двух детекторов-близнецов: один расположен на севере Тихоокеанского побережья США под Сиэтлом (Ханфорд, шт. Вашингтон), второй – на юге, у Ливингстона (шт. Луизиана). Расстояние между детекторами LIGO составляет около 3000 км, что позволяет эффективно проводить фильтрацию шумов и, по задержке сигнала, определять область неба, из которой он пришел. Антенна детектора Virgo расположена в Италии в Пизанской долине. Использование всех трёх детекторов позволяет, во-первых, снизить вероятность ложного срабатывания, а во-вторых, точнее локализовать район прихода сигнала.

Гравитационные волны даже такими совершенными детекторами были обнаружены не сразу. Два детектора LIGO проработали с 2002 по 2010 год, а Virgo действовал с 2007 по 2011 год. После безуспешных поисков было решено их модернизировать.

Усовершенствованный комплекс Advanced LIGO был запущен в начале осени 2015 года. И уже через три дня, 14 сентября на нем был зафиксирован сигнал, который тщательно проанализировали, исключив альтернативные интерпретации. И только 11 февраля 2016 года на специальной пресс-конференции ученые коллаборации LVC (LIGO) уверенно объявили о первом прямом детектировании гравитационных волн с соотношением сигнал/шум 24 и достоверностью в 5.1σ (это соответствует одному ложному срабатыванию детектора раз в 203000 лет). [7]

2.5. *Сигналы гравитационных волн.* Расчеты показывают, что данная гравитационная волна, согласно ОТО, соответствует слиянию двух черных дыр массами 36 и 29 солнечных, находящихся друг от друга на расстоянии 350 км (при радиусе Шварцшильда порядка 210 км). Фотометрическое расстояние до системы составляет в 410 Мпк. В результате этого космического катаклизма образовалась новая черная дыра с массой 62 солнечных. Три недостающих массы Солнца (порядка 5% массы всей системы) в этой катастрофе были излучены в виде гравитационных волн. Казалось бы, наши представления о черных дырах говорят, что ничто не способно покинуть горизонта событий, даже свет. Тем более масса, которая целиком заключена внутри черной дыры. Объяснение этого феномена достаточно простое: это не чёрные дыры теряют массу; это общее количество энергии превращается из одной формы – двух разделённых несвязанных масс – в другую: единую, сильно связанную массу и гравитационное излучение. В результате сближения по спирали и слияния ничто изнутри чёрных дыр не выходит наружу, это пространство-время деформируется под воздействием потенциальной гравитационной энергии. На последней фазе слияния горизонт событий принимает наиболее эффективную форму – сферы или сфероида. Именно в самую последнюю долю секунды испускается большая часть энергии, но никакие частицы изнутри горизонта событий не выходят наружу. [8]

Гравитационные волны, образующиеся при слиянии черных дыр – весьма надежное и, пока единственное доказательство того, что системы, состоящие из двух черных дыр, существуют. Но, к сожалению, наблюдать процесс и его результат в других диапазонах невозможно. На фоне этого крайне привлекательно выглядит космический катаклизм с участием других компактных объектов – нейтронных звезд.

Нейтронные звезды представляют собой сверхплотные объекты, образующиеся после взрыва сверхновых. Вещество внутри нейтронной звезды сжато настолько, что все электроны захвачены протонами, т.е. эта звезда состоит из нейтронной сердцевины, а ядра лёгких и тяжелых элементов образуют лишь

тонкую кору на поверхности. При массах близких к солнечной массе, нейтронные звезды обладают размерами всего в 10-20 км, что дает плотность порядка 10^{17} кг/м³. Помимо такой колоссальной плотности, данные объекты имеют мощное магнитное поле с индукцией от тысяч до миллиардов тесла (у Земли эта величина не превышает 0,065 Тл). Многие нейтронные звезды при взрыве сверхновой получают большой угловой момент. В таком случае они наблюдаются как пульсары. [2]

17 августа 2017 года в 21:41:04 UTC был зафиксирован четвертый с начала наблюдений гравитационных волн сигнал. Характерным отличием данного сигнала является его длительность: если предыдущие сигналы длились не больше 3 секунд, то новый продолжался более 100 секунд. Гравитационный всплеск зафиксировали все три действующих детектора гравитационных волн. На основе задержек сигналов установлена область, из которой тот исходил: она составляет примерно 2 градуса в ширину и 15 градусов в длину и занимает 28 квадратных градуса, что эквивалентно сотням площадей Луны на небе. Данная область находится в созвездии Гидры с центром в районе звезды ψ Гидры. [9]

На 1.7 секунд позже гравитационного сигнала космическими гамма-телескопами «Ферми» и «Интеграл» был зафиксирован мощный всплеск, который длился лишь 2 секунды.

Данные о районе источника сигнала были разосланы в обсерватории всего мира для точного определения точки, откуда он пришел. Среди тысяч возможных кандидатов первым обнаружил новую светящуюся точку в галактике NGC 4993 чилийский метровый телескоп Swope. Объект 17 звездной величины был найден им спустя 11 часов после детектирования гравитационных волн. В течении часа после этого, независимо от Swope, источник нашли еще 4 обсерватории. Спустя короткое время более 70 телескопов, включая космические «Хаббл» и «Чандра», вели наблюдения объекта во всех диапазонах: от радиочастотного до рентгеновского, что позволило получить его изображения. [2]

На основе анализа гравитационной волны был сделан вывод, что массы нейтронных звезд находится в пределах 1.1 – 1.6 солнечных, а их диаметры – около 20 км. Фотометрическое расстояние до источника оценивается в 40 Мпк. Это совпадает с расстоянием до NGC 4993. Данный источник гравитационных волн находится на порядок ближе, чем все, зафиксированные до него. [9]

2.6. Вопросы, на которые можно ответить. Благодаря наблюдению источника в самых разнообразных диапазонах, стало возможно уточнить несколько вопросов. [2]

Первый – это скорость гравитационной волны. На основе данных о расстоянии до источника и задержке сигналов, даже с различными моделями, в которых при слиянии нейтронных звезд моменты испускания гравитационных волн и света происходят неодновременно, скорость гравитационной волны с очень высокой точностью совпадает со скоростью света.

Второе – это уточнение значения постоянной Хаббла. Гравитационные волны, подобно сверхновым типа Ia, являются «стандартными свечами». Таким образом, можно определить расстояние до объекта, независимо от других измерений. Зная же величину красного смещения для источника, легко находится постоянная Хаббла. Результат с использованием гравитационных волн совпал с другими независимыми измерениями — на основе реликтового излучения и наблюдения за гравитационно-линзированными объектами. На данный момент, постоянная Хаббла примерно равна 62 – 82 км/(с · Мпк).

Третье – объяснение, откуда во Вселенной берутся золото и другие тяжелые металлы. Как известно, элементы тяжелее железа, образуются только при взрывах сверхновых, однако распространенность этих элементов оказывается слишком большой, чтобы списать это на одни только сверхновые. В данном же событии спектрометрами телескопа VLT (Very Large Telescope) и «Хаббла» было обнаружено присутствие цезия, теллура, золота и платины. По оценкам, общая масса легких и тяжелых элементов, выброшенных в результате взрыва этой килоновой, составляет 40 масс Юпитера.

Литература.

1. Иванов И. Новые данные обсерватории Planck закрывают чересчур оптимистичную интерпретацию результатов WMAP2. [Электронный ресурс] // «Элементы большой науки»: [Сайт]. [2014]. URL: http://elementy.ru/novosti_nauki/432321 (дата обращения: 14.11.2017).
2. Королёв В. Рождение золота. Пять причин, из-за которых открытие гравитационных волн от нейтронных звезд так важно для науки. [Электронный ресурс] // N+1 Интернет-издание: [Сайт]. [2017]. URL: <https://nplus1.ru/material/2017/10/17/neutronic-gold> (дата обращения: 14.11.2017).
3. Левин А. Гравитационные волны: дорога к открытию. // «Троицкий вариант – Наука». 2016. №4 (198). С. 1–3.
4. Попов С., Прохоров М. Призрачные волны вселенной. // «Вокруг света». 2007. №2. С. 26 – 32
5. Руденко В.Н. Поиск гравитационных волн. Фрязино: «Век 2», 2007
6. Штерн Б. И снова о гравитационных волнах. // «Троицкий вариант – Наука». 2014. №13 (157). С. 3.
7. Observation of Gravitational Waves from a Binary Black Hole Merger
8. B. P. Abbott et al. (LIGO Scientific Collaboration and Virgo Collaboration) Phys. Rev. Lett. 116, 061102 – Published 11 February 2016 (<https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.116.061102>)
9. Ethan Siegel. Ask Ethan: How Do Gravitational Waves Escape From A Black Hole?(<https://www.forbes.com/sites/startswithabang/2016/12/03/ask-ethan-how-do-gravitational-waves-escape-from-a-black-hole/>)
10. GW170817: Observation of Gravitational Waves from a Binary Neutron Star Inspiral. B. P. Abbott et al. (LIGO Scientific Collaboration and Virgo Collaboration) Phys. Rev. Lett. 119, 161101 – Published 16 October 2017 (<https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.119.161101>)

УДК 521

ББК 22.632

Экспоненциально-степенная инфляция в (1+1)-мерной космологии

Червон Сергей Викторович,

Доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры физики и технических дисциплин;

Майорова Татьяна Игорьевна, Ассистент, кафедры физики и технических дисциплин, Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова,

Фатахов Азат Асхатович,

Аспирант кафедры физики и технических дисциплин, 2 год обучения, Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова,

г. Ульяновск, Россия

Аннотация.

В настоящей работе обсуждается вопрос записи уравнений Эйнштейна и скалярного поля в разных сигнатурах, чтобы избежать неточного сопоставления с работами других авторов. Также рассматриваются вопросы построения точных решений в (1+1)-мерной космологии и найдены новые примеры точных решений с использованием метода точной настройки потенциала.

Ключевые слова: гравитация, космология, двухмерное пространство-время, скалярное поле, инфляция

1. Сигнатуры пространства-времени для скалярного поля в (1+3)-мерии.

Скалярные поля играют важную роль в космологии и активно используются в моделях космологической инфляции. Мы рассматриваем (1+1)-мерную космологию, в связи с разработкой и совершенствованием методов построения точных решений. Наличие точных решений связано с удивительной

возможностью вычисления ключевых космологических параметров без обращения к теории космологических возмущений в стандартной (1+3)-мерной космологии [1]. Исследование (1+1)-мерной скалярной космологии также позволяет установить допустимые потенциалы самодействия $V(\phi)$, которые могут рассматриваться в (1+3)-мерии [2].

В настоящей работе рассматриваются вопросы построения точных решений в (1+1)-мерной космологии и найдены новые примеры точных решений с использованием метода точной настройки потенциала [3].

Как известно, в рамках ОТО используются два варианта лоренцевой сигнатуры пространства-времени:

$(- + + +) =: m\mathcal{Z}p$ и $(+ - - -) =: p\mathcal{Z}m$. Первый вариант, в последовательности $(+ + + -)$ практически использовался в работах Эйнштейна, например в работе 1911 года [4].

Второй вариант $p\mathcal{Z}m$ получил широкое распространение благодаря популярности одного из первых трудов по теоретической физике-многомомника Ландау Л.Д. и Лифшица Е.М. «Теоретическая физика» [5].

Рассмотрим определение тензора энергии-импульса (ТЭИ) по учебнику [3], формула (94.4):

$$\frac{1}{2} \sqrt{-g} T_{ab} = \frac{\partial(\sqrt{-g}\Lambda)}{\partial g^{ab}} - \frac{\partial}{\partial x^c} \frac{\partial(\sqrt{-g}\Lambda)}{\partial g_{,c}^{ab}} \quad (1)$$

Лагранжевую плотность для канонического скалярного поля в сигнатуре $p\mathcal{Z}m$ выбираем в виде:

$$L_F \equiv \Lambda = \frac{1}{2} \phi_{,a} \phi^{,a} - V(\phi), \quad (2)$$

что приводит к ТЭИ скалярного поля

$$T_{ab} = \phi_{,a} \phi_{,b} - g_{ab} \left(\frac{1}{2} \phi_{,c} \phi^{,c} - V(\phi) \right). \quad (3)$$

При использовании сигнатуры $m\mathcal{Z}p$ в формуле (2) меняем знак перед кинетическим членом на противоположный:

$$L_F \equiv \Lambda = -\frac{1}{2} \phi_{,a} \phi^{,a} - V(\phi). \quad (4)$$

Тогда ТЭИ вновь описывается формулой (3) с изменением знака перед кинетической частью

$$T_{ab} = -\phi_{,a}\phi_{,b} + g_{ab} \left(\frac{1}{2} \phi_{,c}\phi^{,c} + V(\phi) \right), \quad (5)$$

что совпадает с прямым вычислением по формуле (1).

2. Скалярная космология в (1+1)-мерии.

В данной работе выполняется построение точных решений для (1+1) мерной космологии со скалярным полем, методом, предложенным в работе [6]. В работе [6] получены точные решения для различных эволюций масштабного фактора. Были исследованы: степенная эволюция $a = a_0 t^m$; экспоненциальная эволюция $a = a_0 e^{\lambda t}$, $H = \lambda$; гиперболические эволюции $a = a_0 \cosh^\alpha \lambda t$; $a = a_0 \sinh^\alpha \lambda t$; тригонометрические эволюции $a = a_0 \cos^\alpha \lambda t$; $a = a_0 \sin^\alpha \lambda t$. При этом получены новые формы потенциала $V(\phi)$:

$$\begin{aligned} V(\phi(t)) &= m(m-1)t^{-2}; \quad V(t) = \lambda^2; \quad V(t) = \alpha\lambda^2\{(\alpha-1)\tanh^2 \lambda t + 1\}; \\ V(t) &= \alpha\lambda^2\{(\alpha-1)\coth^2 \lambda t + 1\}; \quad V(t) = \lambda^2; \quad V(t) = \alpha\lambda^2\{(\alpha-1)\tan^2 \lambda t - 1\}; \\ V(t) &= \alpha\lambda^2\{(\alpha-1)\cot^2 \lambda t - 1\}. \end{aligned}$$

Коротко опишем метод, предложенный в работе [6]. Рассматривается следующее действие:

$$S_{GSF} = \int d^2x \sqrt{-g} \left\{ \frac{R}{2\kappa} - \frac{1}{2} \phi_{,a}\phi_{,b} g^{ab} - V(\phi) \right\}. \quad (6)$$

Метрика двумерного пространства-времени такова:

$$ds^2 = -dt^2 + a^2(t)dx^2. \quad (7)$$

Источником (1+1)-мерной гравитации является самодействующее скалярное поле с тензором энергии-импульса:

$$T_{ab} = -\phi_{,a}\phi_{,b} + g_{ab} \left(\frac{1}{2} \phi_{,c}\phi^{,c} + V(\phi) \right). \quad (8)$$

След тензора-энергии импульса

$$T = 2V(\phi), \quad (9)$$

Известно [7], что в пространстве-времени двух измерений тензор кривизны имеет следующее представление

$$R_{abcd} \equiv -\frac{1}{2}(g_{ab}g_{cd} - g_{bc}g_{ad})R, \quad (10)$$

откуда следует

$$R_{ab} \equiv \frac{1}{2}g_{ab}R, \quad (11)$$

что означает тождественное обращение в ноль тензора Эйнштейна $G_{ab} = R_{ab} - \frac{1}{2}g_{ab}R$. Следовательно, $T_{ab} = 0$ при выборе любой метрики и нет динамической составляющей гравитации в пространстве 2-х измерений.

Двухмерную динамическую теорию гравитации можно получить, следуя работе [2], исходя из действия,

$$S = \int d^2x \sqrt{-g} \left\{ \frac{R\Psi}{2\kappa} + \frac{1}{2}\Psi_{,a}\Psi_{,b}g^{ab} - V(\Psi) \right\}, \quad (12)$$

где Ψ – другое скалярное поле.

Мы варьируем относительно Ψ и $g_{\mu\nu}$, тогда получаем соответствующие уравнения [8]

$$\frac{1}{\sqrt{-g}}\partial_a[\sqrt{-g}g^{ab}\partial_b\Psi] - R = 0 \quad (13)$$

и

$$\frac{1}{2}\left(\Psi_{;a}\Psi_{;b} - \frac{1}{2}g_{ab}\Psi_{;c}\Psi^{;c}\right) + g_{ab}g^{cd}\Psi_{;c;d} - \Psi_{;c;d} = \kappa T_{ab} \quad (14)$$

где (;) означает ковариантную производную.

Что бы привести к уравнению (13), левую часть (14) умножим со сверткой на g^{ab} , в этом случае мы получим

$$\Psi_{;c}^{:c} = g^{cd}\Psi_{;c;d} = \kappa T_{ab}g^{ab} \quad (15)$$

Учитывая, что $\Psi_{;c}^{:c} = \frac{1}{\sqrt{-g}}\partial_a[\sqrt{-g}g^{ab}\partial_b\Psi]$ сопоставляя (15) и (13), находим

$$R = \kappa T, \quad (16)$$

Уравнение поля может быть представлено в виде

$$\nabla^a T_{ab} = 0. \quad (17)$$

В метрике (7) уравнение (16) принимает вид

$$\frac{a_{tt}}{a} = V(\phi) \quad (18)$$

Уравнение поля (17) приводится к виду

$$\phi_{tt} + H\phi_t + \frac{dV}{d\phi} = 0, \quad (19)$$

$$H = \frac{a_t}{a}. \quad (20)$$

Вводя новую функцию

$$y = \phi_t^2 > 0, \quad (21)$$

мы получаем

$$\frac{1}{2}y_t + Hy + \frac{dV}{dt} = 0. \quad (22)$$

Общая форма решения уравнение имеет вид [5]:

$$y = -2a^{-2} \left(\int a^2 \frac{dV}{dt} dt - C_0 \right) \quad (23)$$

Здесь C_0 – выделенная постоянная интегрирования, в которой учитывается все интегралы в дальнейшем без постоянных.

3. Экспоненциально-степенная эволюция масштабного фактора.

В дальнейшем мы рассмотрим, экспоненциально-степенную эволюцию масштабного фактора как обобщения результатов работы [5].

$$a = a_s e^{At} t^m, \quad A, a_s = \text{const}, m > 0 \quad (24)$$

Что бы воспользоваться общим решением (24)

$$V(\phi) = \frac{a_{tt}}{a}. \quad (25)$$

Параметр Хаббла принимает вид

$$H = \frac{a_t}{a} = A + \frac{m}{t}. \quad (26)$$

Потенциал на основе заданного масштабного фактора (24) из уравнения (16)

$$V(t) = \frac{a_{tt}}{a} = A^2 + \frac{2}{t}Am + m(m-1)t^{-2} \quad (27)$$

Из данного выражения мы можем найти производную по времени, которая встречается в интеграле (23)

$$\frac{dV}{dt} = -\frac{2Am}{t^2} - \frac{2m(m-1)}{t^3} \quad (28)$$

Так, выражение (23) принимает вид

$$y = -2a^{-2} \left(\int -a^2 \left(-\frac{2Am}{t^2} - \frac{2m(m-1)}{t^3} \right) dt + C_0 \right)$$

$$= \frac{2}{a_s^2 e^{2At} t^{2m}} \left(a_s^2 (2Am \int e^{2At} t^{2m-2} dt + 2m(m-1) \int e^{2At} t^{2m-3} dt) + c_0 \right) \quad (29)$$

Результат интегрирования представляет сложное выражение со спецфункциями гамма

$$y = \frac{2}{e^{2At} t^{2m}} \left[-2A^2 m 2^{1-2m} (-A)^{-2m} \left(\frac{t^{2m} (-A)^{2m} (-At)^{-2m} \Gamma(2m)}{2m-1} - \frac{2^{2m-1} t^{2m-1} (-A)^{2m} e^{2At}}{(2m-1)A} - \frac{t^{2m} (-A)^{2m} (-At)^{-2m} \Gamma(2m, -2At)}{2m-1} \right) + 2m(m-1) 2^{2-2m} (-A)^{-2m} A^2 \left(\frac{t^{2m} (-A)^{2m} (-At)^{-2m} \Gamma(2m)}{2(m-1)(2m-1)} + \frac{2^{2m-3} t^{2m-2} (-A)^{2m} (-2At+2m-1) e^{2At}}{(m-1)A^2(2m-1)} - \frac{t^{2m} (-A)^{2m} (-At)^{-2m} \Gamma(2m, -2At)}{2(m-1)(2m-1)} \right) + C_0 \right] \quad (30)$$

Рассмотрим несколько простых случаев.

1) Представим, что $m=1$, то получим следующее решение

$$y = \frac{2}{a_s^2 e^{2At} t^2} \left(a_s^2 (2A \int e^{2At} t^{2-2} dt) + C_0 \right) = \frac{2}{t^2} + \frac{2C_0}{a_s^2 e^{2At} t^2} \quad (31)$$

При этом зависимость $\phi(t)$ имеет вид, когда $C_0=0$

$$\phi = \sqrt{2} \ln(t) \quad (32)$$

2) Рассмотрим второй случай $m=3/2$. Определяем $y = \dot{\phi}^2$

$$y = \frac{2}{a_s^2 e^{2At} t^3} \left(a_s^2 \left(3A \int e^{2At} t dt + \frac{3}{2} \int e^{2At} dt \right) + C_0 \right) =$$

$$= \frac{3}{t^2} + \frac{2C_0}{a_s^2 e^{2At} t^3} \quad (33)$$

При этом зависимость $\phi(t)$, когда $C_0=0$ представлена следующим образом

$$\phi = \sqrt{3} \ln(t) \quad (34)$$

4. Экспоненциально-степенная эволюция масштабного фактора

$$a = a_s e^{\lambda t^p} \quad (35)$$

Находим первую производную

$$a_t = a_s p \lambda t^{p-1} e^{\lambda t^p} \quad (36)$$

и параметр Хаббла для данного случая

$$H(\phi) = \frac{a_t}{a} = p\lambda t^{p-1} \quad (37)$$

Находим вторую производную выражения (35)

$$a_{tt} = a_s p \lambda ((p-1)t^{p-2} e^{\lambda t^p} + t^{p-1} p \lambda t^{p-1} e^{\lambda t^p}) \quad (38)$$

Подставим a_{tt} и a в выражение, и получаем потенциал $V(\phi)$

$$V(t) = p\lambda t^{p-2} (p-1 + p\lambda t^{p+1}) \quad (39)$$

Дифференцируем выражение (39) по t :

$$\frac{dV}{dt} = p\lambda((p^2 - 4p + 2)t^{p-3} + 2p\lambda(2p-1)t^{2p-2}) \quad (40)$$

Подставляем дифференциал в интеграл (23) и получаем вид

$$y = \left(-\frac{2p\lambda}{e^{\lambda t^p}} (p^2 - 4p + 2) \int t^{p-3} e^{2\lambda t^p} dt - \frac{4p^2\lambda^2}{e^{\lambda t^p}} (2p-1) \int t^{p-1} e^{2\lambda t^p} dt \right) - C_0 \quad (41)$$

1) Для нахождения интегралов функции y рассмотрим простые значения параметра $p = 2 \pm \sqrt{2}$

При этом коэффициент при первом интеграле обращается в ноль, а выражение (41)

$$y = \mp (20\lambda \pm 14\lambda\sqrt{2}) \int t^{1\pm\sqrt{2}} e^{2\lambda t^{2\pm\sqrt{2}}} dt \quad (42)$$

После интегрирования, получаем вид функции y

$$y_1 = 2\lambda(10 - 7\sqrt{2}) \quad (43)$$

$$y_2 = -2\lambda(10 + 7\sqrt{2}) \quad (44)$$

и явный вид ϕ согласно нашему определению (21) $y > 0$, мы отбрасываем y_2 .

Находим явный вид зависимости ϕ от времени t :

$$\phi_2 = \sqrt{2\lambda(10 - 7\sqrt{2})} t \quad (45)$$

2) Так же рассмотрим случай, когда параметр $p=3$

Подставим параметр p в уравнение (23) и будем иметь

$$\begin{aligned} y &= \left(6 \frac{\lambda}{e^{\lambda t^3}} \int e^{\lambda t^3} dt - 180 \frac{\lambda^2}{e^{\lambda t^3}} \int t^2 e^{2\lambda t^3} dt \right) - C_0 = \\ &= (2\lambda^2 t^4 - 15\lambda e^{\lambda t^3}) - C_0 \end{aligned} \quad (46)$$

В данном случае интегрирование и представление в $\phi(t)$ приведет к сложному подкоренному интегралу, в этом случае вопрос остается открытым.

Библиографический список

1. Sergey V. Chervon and Igor V. Fomin, On calculation of the cosmological parameters in exact models of inflation // *Gravitation and Cosmology*, v. 14, (2008) 163, 2007 – 5 p.
2. Beesham and S.V. Chervon, New exact solutions for nonlinear scalar fields in (1+1) dimensions // *Gravitation and Cosmology*, Vol. 3 (1997), No 3(11) – p. 172-174
3. S.V. Chervon, V.M. Zhuravlev, V.K. Shchigolev, New exact solutions in standard inflationary models // *Physics Letters*, B398 (1997) – p. 269-273 [arXiv:gr-qc/9706031]
4. Альберт Эйнштейн, собрание научных трудов в четырех томах, т. I, Издательство «Наука», Москва, 1965, стр. 175-186
5. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: Учеб. пособ.: Для вузов., В 10 т. Т. II. Теория поля. – 8-е изд., стереот. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. 536 с. – ISBN 5-9221-0056-4 (Т. II).
6. С.В. Червон, И.В. Фомин, А.С. Кубасов. Скалярные и киральные поля в космологии // С.В. Червон, И.В. Фомин, А.С. Кубасов – Ульяновск, ФГБОУ ВПО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова», 2015 – 216 с. [ISBN 978-5-86045-832-1]
7. K.C.K.Chan and R.V.Mann. Cosmological models in two spacetime dimensions // *Classical Quantum Gravity* 10. Ontario, Canada: University of Waterloo, (1993) – p. 913-930. Printed in the UK
8. R.V. Mann. The simplest black holes // *Foundations of Physics Letters*, Vol. 4, No. 5, 1991 – Ontario, Canada: University of Waterloo, 1991 – p. 425-449
9. S.V. Chervon and I.V. Fomin, The method of generating functions in exact scalar field cosmology // *Gravitation and Cosmology*, 2017 – 22 p. [arXiv:1704.08712]

Технические науки

УДК:537

ББК:22.3с

Изучение элементов транзисторной электроники

в элективном курсе физики

Пеньков Василий Сергеевич

Студент, Ульяновский государственный педагогический Университет
имени И.Н. Ульянова

г. Ульяновск, Россия

Аннотация. Рассматриваются вопросы актуальности транзисторной электроники, приведены примеры новейших транзисторов, рассмотрена историческая справка. В качестве основы работы транзисторов рассмотрен р-п переход. Исследованы принципы работы транзисторов, результат одного исследования рассмотрен в данной статье. Рассматриваются Интегральные схемы, в основе которых лежат транзисторы, а также их актуальность. Разработано методическое пособие, говорится о темах, включенных в данную разработку. Говорится о новейших разработках в области микроэлектроники.

Ключевые слова. Интегральные схемы, транзистор, р-п переход, усилительные свойства

Транзисторная электроника является одно из самых важных и актуальных научных направлений в полупроводниковой электронике. Интегральные схемы (ИС) широко используются во всех областях каждой промышленности, науки и техники, к примеру, рекламная отрасль. Ведь вся техника, которую мы используем фактически любое техническое устройство, любая установка в современном мире работают на микросхемах. Одним из основных активных элементов ИС является транзистор.

Транзисторный эффект, в общем случае, заключается в усилении выходного электрического сигнала. Как реализуется этот эффект и какие принципиальные возможности открываются при его использовании?. На самом деле, эффект усиления наиболее ярко проявляется в полупроводниковых транзисторах. Полупроводниковые приборы (диоды и транзисторы) благодаря малым габаритам и массе, незначительному потреблению электроэнергии, высокой надежности широко применяются в различной аппаратуре.

Транзисторный эффект называют еще усилительным, и не только по причине его проявления в транзисторах. Усиление, в самом общем смысле, подразумевает получение такого состояния системы, которое было бы более энергетически насыщенным, чем предыдущее. Каждое последующее состояние должно быть энергетически более выгодным за счет использования преимуществ электромагнитных эффектов, протекающих в системе, которые позволяют получить энергетическую выгоду усиления.

Срок службы полупроводниковых транзисторов и их экономичность во много раз больше, чем у электронных ламп. За счёт чего транзисторы нашли широкое применение в микроэлектронике и ее важнейшего направления в вычислительной технике

Основные материалы, из которых состоят транзисторы-кремний и германий, перспективные-арсенид галлия, сульфид цинка и широко зонные проводники.

Термин усиление образовался из термина управление. Именно управление было обнаружено в 19 веке и не в полупроводниках. Пример такого управления-реле.

Реле — электромагнитный переключатель, который включается с помощью электромагнитной катушки с ферромагнитным сердечником и широко используется даже в настоящее время.

Приборы, в которых реализуются принципы передачи, усиления и обработки сигналов, берут начало от вакуумных ламп. Физические процессы в

них не похожи на те, которые имеют место в полупроводниковых приборах. Хотя механизмы аналогичны, но не эквивалентны.

Электронные лампы обладали существенными недостатками:

- высоким энергопотреблением;
- большими габаритами;
- высокими требованиями к обеспечению вакуума.

В связи с этим перед разработчиками радиоэлектронной аппаратуры стояли проблемы микроминиатюризации РЭА, снижения энергопотребления и уменьшения габаритов.

Эти проблемы были решены заменой вакуумных приборов изделиями полупроводниковой электроники, в частности, полупроводниковый транзистор был изобретен в середине прошлого века, что дало толчок бурного развития транзисторной электроники.

Работа приборов транзисторной электроники основаны на физических свойствах р-п перехода.

Р-п переход – это зона контакта полупроводников с различным типом примесной проводимости

При образовании р-п перехода наблюдается интенсивная диффузия электронов из n-области в р-область и встречная диффузия дырок из р-области в n-область. В результате р-область в зоне контакта заряжается отрицательно, n-область – положительно, и образуется двойной электрический слой шириной L , электрическое поле которого препятствует диффузии основных носителей тока через зону контакта. Концентрация основных носителей тока в зоне контакта вследствие диффузии и рекомбинации уменьшается, поэтому важную роль в формировании двойного слоя имеют не скомпенсированные заряды, заряды ионизированных атомов примесей.

Для основных носителей электрическое поле перехода не является препятствием, и они, случайно дрейфуя, через р-п переход создают ток, противоположный диффузионному. Динамическое равновесие наступает при

установлении такой напряженности поля двойного слоя, когда суммарный ток всех зарядов через р-п переход равен нулю, при этом на границе контакта образуется потенциальный барьер. [1]

Транзисторная электроника развивается на основе использования биполярных и полевых транзисторах.

Биполярный транзистор состоит из двух р-п переходов. Основная часть транзистора, именуемая базой, представляет собой легированный примесью кристалл полупроводника малой толщины, к которому с двух сторон примыкают области с другим типом проводимости – эмиттер и коллектор. В приближенных теориях транзистор рассматривают как совокупность двух диодов, включенных навстречу друг другу.

На практике транзисторы используются как усилители по силе тока, напряжения и мощности.

В схеме с общей базой (рис. 1) в выходной цепи (коллекторной) практически проходит тот же ток, что и во входной (эмиттерной), т. е. усиление по току в данном случае отсутствует.

Однако эта схема дает усиление по напряжению, а следовательно, и по мощности ($P=IU$). Чтобы понять принцип усиления мощности в транзисторе, надо учесть взаимодействие носителей заряда с электрическим полем.

В схеме с общим эмиттером входной цепью является цепь базы. Так как ток базы существенно меньше тока эмиттера, можно получить и усиление по току. Изменяя ток через вывод базы, меняем количество основных носителей в области базы, т. е. заряд базы, и, следовательно, потенциальный барьер между эмиттером и базой. Изменение высоты потенциального барьера вызывает соответствующую инжекцию неосновных носителей заряда. Большинство инжектированных носителей доходит до коллекторного перехода, изменяя его ток. В этом и заключается усиление по току в схеме с общим эмиттером. Усиление по мощности в данном случае объясняется аналогично усилению в схеме с общей базой.

В схеме с общим коллектором выходной цепью является эмиттерная, входной — цепь базы. В связи с тем, что ток эмиттера приблизительно равен току коллектора, здесь тоже имеет место усиление по току и по мощности. [2]

Ниже приведены описанные схемы включения биполярных транзисторов (рис. 1).

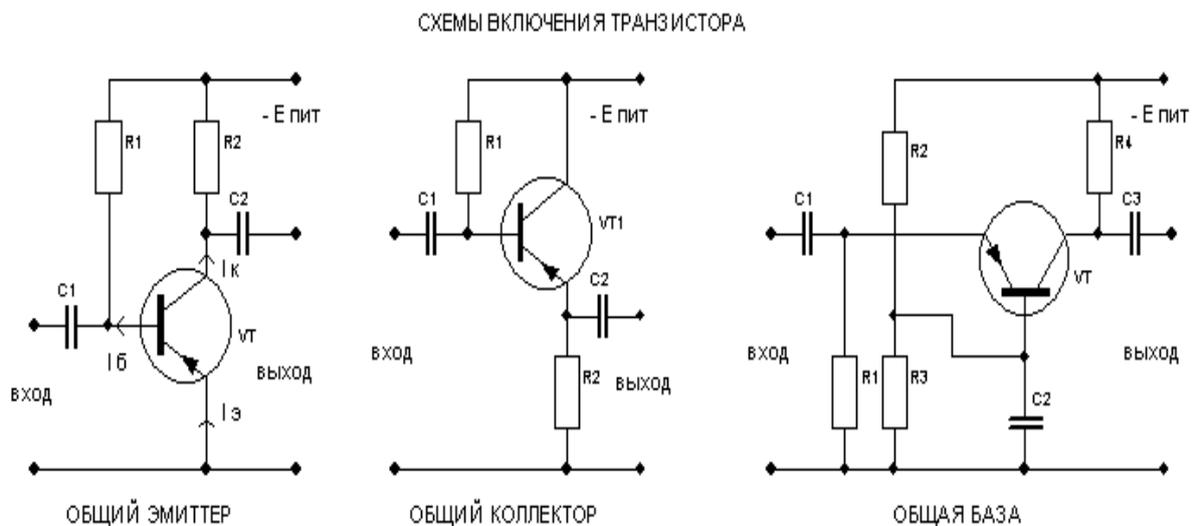


Рис. 1

Схемы подключения биполярного транзистора

Связь между коллекторным и эмиттерным токами можно записать в виде:

$$I_k = \alpha I_э, \quad (1)$$

где α - коэффициент усиления эмиттерного тока, один из основных параметров транзистора

Чтобы установить связь между током коллектора и током базы,

$$I_k = \beta I_б, \quad (2)$$

где β — коэффициент усиления базового тока:

$$\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha} \quad (3)$$

Этот параметр, широко используемый в транзисторной электронике, особенно удобен тогда, когда задан ток базы, прежде всего в схеме ОЭ

$$Y = \frac{I_{эп}}{I_э} \quad (4)$$

Y - коэффициент инжекции. Он характеризует долю полезной электронной составляющей в общем токе эмиттера. Только эта составляющая, как уже отмечалось, способна дойти до коллектора и составить коллекторный ток.

Полевой транзистор — это полупроводниковый прибор, усилительные свойства которого обусловлены потоком основных носителей, протекающим через проводящий канал и управляемым электрическим полем.

Полевой транзистор с управляющим р-п-переходом имеет два омических перехода к области полупроводника, по которой проходит управляемый или регулируемый поток основных носителей заряда, и один или два управляющих р-п-перехода, смещенных в обратном направлении. При изменении обратного напряжения на управляющем р-п-переходе изменяется его толщина, а следовательно, толщина области, по которой

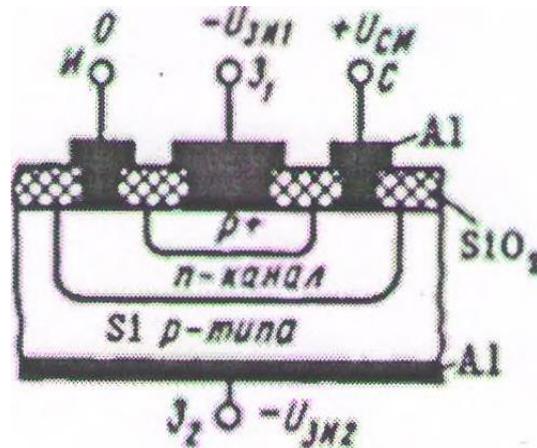


Рис 2 Структура полевого транзистора.

проходит управляемый поток основных носителей заряда. Область в полупроводнике, в которой регулируется поток основных носителей заряда, называют проводящим каналом. Электрод полевого транзистора, через который в проводящий канал входят носители заряда, называют истоком. Электрод полевого транзистора, через который из канала выходят носители заряда, называют стоком. Электрод полевого транзистора, на который подают сигнал,

называют затвором. Проводящий канал может иметь электропроводность как n, так и p-типа.

Соответственно различают полевые транзисторы с n-каналом и p-каналом.

Все полярности напряжений смещения, подаваемых на электроды полевых транзисторов с n и p-каналом, противоположны. Управление током стока, т. е. током от внешнего относительно мощного источника питания в цепи нагрузки, происходит при изменении обратного напряжения на p-n-переходе затвора (или на двух p-n-переходах одновременно). В связи с малостью обратных токов мощность, необходимая для управления током стока и потребляемая от источника сигнала в цепи затвора, оказывается ничтожно малой. Поэтому полевой транзистор может обеспечить усиление электрических сигналов как по мощности, так и по току и напряжению.

Полевой транзистор с изолированным затвором — это транзистор, имеющий один или несколько затворов, электрически изолированных от проводящего канала. В кристалле полупроводника с относительно высоким удельным сопротивлением, который называют подложкой, созданы две сильнолегированные области с противоположным типом электропроводности. На эти области нанесены металлические электроды — исток и сток. Расстояние между сильнолегированными областями истока и стока может составлять всего несколько микрон. Поверхность кристалла полупроводника между истоком и стоком покрыта тонким (порядка 0,1 мкм) слоем диэлектрика. На слой диэлектрика нанесен металлический электрод — затвор. Получается структура, состоящая из слоя металла, диэлектрика и полупроводника, т. е. МДП-структура. Структура полевых транзисторов (МДП транзисторов) изображена на рис. 3.

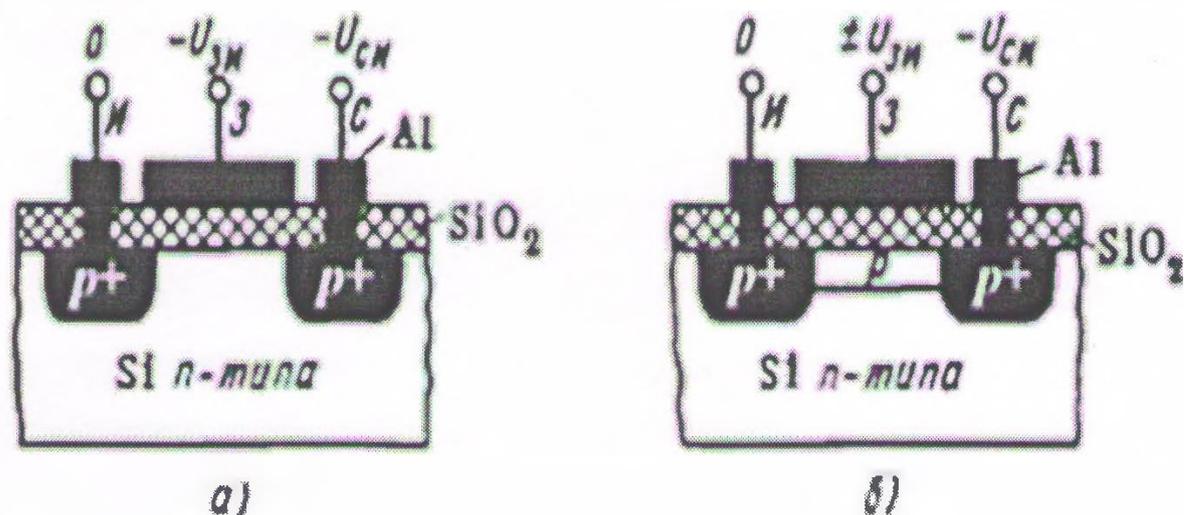


Рис. 3. Структура МДП транзисторов

А) с индуцированным каналом Б) со встроенным каналом

Существуют две разновидности МДП-транзисторов: с индуцированным каналом и со встроенным каналом.

В МДП-транзисторах с индуцированным каналом (рис. 3, а) проводящий канал между сильнолегированными областями истока и стока и, следовательно, заметный ток стока появляются только при определенной полярности и при определенном значении напряжения на затворе относительно истока, которое называют пороговым напряжением. В МДП-транзисторах со встроенным каналом (рис. 3, б) у поверхности полупроводника под затвором при нулевом напряжении на затворе относительно истока существует инверсный слой -канал, который соединяет исток со стоком.

Изображенные на рис. 3 структуры полевых транзисторов с изолированным затвором имеют подложку с электропроводностью n-типа. Поэтому сильнолегированные области под истоком и стоков, а также индуцированный и встроенный канал имеют электропроводность p-типа. Если же аналогичные транзисторы созданы на подложке с электропроводностью p-типа, то канал у них будет иметь электропроводность n-типа. [4]

Исследования усилительных свойств нами произведено измерение серии транзисторов разного типа.

Целью данного исследования являлось проверка входных и выходных характеристик транзистора, а также нахождение коэффициентов усиления, таким образом ход исследования включает следующие этапы:

- 1.Изменяя входное напряжения, снимается зависимость базового тока от напряжения.
2. Изменяя напряжение коллектора снимается зависимость коллекторного тока от напряжения коллектор-эмиттер
3. По данным измерения построены входные и выходные характеристики транзистора.
- 4.Определить по характеристикам транзисторов коэффициенты усиления.

В качестве исследуемого транзистора был выбран 2N3932,использовалась схема с общим эмиттером

Таблица№1: Зависимость тока базы от напряжения база-эмиттер

$I_b, \text{мкА}$	$U_{бэ}, \text{мВ}$	
	$U_{кэ}=0\text{В}$	$U_{кэ}=10\text{В}$
0	0	0,011
1	329,9	454.4
2	353.2	480.9
5	379.9	508.9
10	398.8	528.2
20	417	546.8
50	441.2	570.9
100	459.3	589

200	477.2	607
-----	-------	-----

Таблица №2:зависимость тока коллектора от напряжения коллектор-эмиттер

Uкэ,В	Iб=50мкА	Iб=100мкА	Iб=150мкА	Iб=200мкА
	Iк,мА	Iк,мА	Iк,мА	Iк,мА
0	-0,049	-0,098	-0,148	-0,198
0,1	1,46	2,64	3,64	4,53
0,2	4,67	7,75	10,22	12,34
0,5	4,92	8,14	10,71	12,91
1	4,95	8,18	10,76	12,97
2	5	8,26	10,87	13,11
5	5,15	8,51	11,19	13,49
15	5,64	9,32	12,27	14,79

В результате проведенных исследований были вычислены коэффициенты h_{12} -обратной связи, коэффициент h_{21} -передачи тока составили 0,013 и 60 соответственно.

Произведенные исследования усилительных свойств различных транзисторов, позволили выявить оптимальные режимы работы транзисторов для усиления различных параметров тока, мощности и напряжения.

В современной микроэлектронике, как правило, транзисторы используются в составе интегральных схем.

Интегральная схема - это совокупность большого количества взаимосвязанных компонентов (транзисторов, резисторов, диодов) изготовленных в едином технологическом цикле. Главный тип интегральных схем в настоящее время-полупроводниковые. В основе полупроводниковых

интегральных схем лежит транзистор, при изготовлении на него ориентируется весь технологический цикл [3].

Интегральные схемы широко используются в любых сферах жизни человеческого общества. Например, любое музыкальное оборудование не в силах воспроизвести звук без микросхемы обработки звука. Ведь все аудиозвуки должны обрабатываться в определенном порядке так, чтобы окружающие воспринимали качественный звук. Такая же ситуация обстоит и с микросхемами памяти. Например, цифровые фотоаппараты, видеокамеры и другие записывающие устройства. (видеодомофоны, диктофоны), различная вычислительная техника др.

В 21 веке развитие микроэлектроники не стоит на месте. К примеру, команда биоинженеров в Стэнфордском университете создала логический элемент из генетического материала, который получил название биологический транзистор.

Командой исследователей из Нового Университета Лиссабона разработан способ использования бумаги в качестве элемента полевого транзистора. Ученым удалось изготовить устройства на обеих сторонах бумаги, что позволило бумаге работать одновременно в качестве основания и изолятора. Разработка является серьезным шагом вперед в области создания тонких экранов. При этом «бумажные транзисторы» крайне дешевые в производстве. Еще в начале 21 века создан транзистор состоящий из одного электрона, который теперь является элементом в интегральных схемах с более мощными транзисторами.

По результатам проведенных исследований и в связи с актуальностью современной транзисторной электроники было разработано методическое пособие элективного курса для старшеклассников.

Разработанное методическое пособие для старшеклассников включает основные сведения о собственной и примесной проводимости полупроводников, физические основы работы p-n перехода, а также рассмотрены различные виды

транзисторов и их схемы включения, и результаты экспериментальных исследований по усилительным свойствам транзисторов.

Для старшеклассников разработанный элективный курс является полезным и актуальным, поскольку каждый из них, повседневно, использует компьютер, телефон, планшет и другую вычислительную технику. В основе всех выше перечисленных устройств лежат ИС.

Библиографический список

1. Зайцев, А.А.; Миркин, А.И.; Моряков, В.В. и др. Полупроводниковые приборы. Транзисторы малой мощности Справочник; М.: Радио и связь, 2012. - 393 с.
2. Петухов, В.М. Полевые и высокочастотные биполярные транзисторы средней и большой мощности и их зарубежные аналоги. Справочник; М.: ИП РадиоСофт, 2015. - 388 с.
3. Степаненко И.И. «Основы микроэлектроники». М.: Изд-во Лаборатория базовых знаний, 2003 г.
4. Янсен, Й. Курс цифровой электроники. М.: 2015. – 278 с.

Информатика, вычислительная техника и управление

УДК 519.248

ББК 73.8

Карты контроля качества: оценка успеваемости обучающихся с использованием контрольных карт по количественному признаку (X-bar и S-карты)

Капитанчук Василий Вячеславович

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информатики ФГБОУ ВО «Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева»

Шубович Валерий Геннадьевич

доктор педагогических наук, кандидат технических наук, профессор кафедры информатики ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова»

Хуснетдинова Динара Вагизовна

курсант группы УК-14-1 ФГБОУ ВО «Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева»

г. Ульяновск, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются предложения по использованию методов карт контроля качества для оценки успеваемости обучающихся конкретной группы. Проведён анализ оценок с использованием специальных утилит, осуществлён анализ изменчивости для X-bar и S- карт.

Ключевые слова: мониторинг, анализ, успеваемость, X-bar и S-карты, выбросы.

Введение

В настоящее время система образования России характеризуется длительным периодом преобразований, определёнными попытками разработки и внедрения наукоёмких технологий в образовательный процесс. Подобные явления, имевшие место до и после распада СССР, к сожалению, до сих пор оказывают негативное влияние, приводящие к снижению качества российского образования в целом. Одним из результатов процессов является значительное снижение уровня успеваемости обучающихся. Уровень знаний обучающихся, как продукт процесса обучения, измеряется оценкой успеваемости полученной обучающимися во время сдачи зачётов и экзаменов в период сессии.

Известно, что на основные характеристики «хорошей» - «плохой» успеваемости обучающихся влияют следующие факторы: состав учебной группы, изучаемая дисциплина, преподаватель, а, возможно, и расписание занятий и экзаменов. Подобное количество факторов значительно усложняет задачу анализа успеваемости обучающихся.

Цель исследования является разработка методики для выявления оценки качества учебного процесса, базирующейся на анализе успеваемости обучающихся с использованием контрольных карт Шухарта, позволяющих дать оценки статистической устойчивости процесса обучения и определить возможности данного процесса удовлетворять установленным требованиям. [4]

В данной работе для диагностики эффективности учебного процесса были проанализированы результаты сессии - экзаменационные оценки обучающихся одной из групп специальности «Обеспечение авиационной безопасности» ФГБОУ ВО «Ульяновского института гражданской авиации имени главного маршала авиации Б.П. Бугаева».

В исследовании делается попытка анализа и обоснования основных факторов, влияющих на уровень успеваемости группы по результатам экзаменационной сессии.

Инструменты анализа успеваемости группы

Для определения эффективности учебного процесса была использована сводная ведомость успеваемости обучающихся группы 1 по пяти дисциплинам:

1, 2, 3, 4, 5, выносимых на экзаменационную сессию. При анализе успеваемости группы следует учитывать, что оценки от 3 и выше считаются положительными.

Инструментом оценки эффективности учебного процесса является контрольная карта Шухарта, которая, кроме того, позволяет принять решение о необходимости проведения корректирующих мероприятий [3].

Для анализа успеваемости можно применить несколько контрольных карт Шухарта, например, такие как: карты среднего (\bar{X}) и размахов (R) или выборочных стандартных отклонений (S). Необходимо использовать \bar{X} -bar и S -карты, т.к. они применяются для описания разброса (внутренней изменчивости) значений изучаемого показателя качества внутри выборок, если объём выборки $n=12$ единиц и более, а в нашем случае $n=22$ (22 обучающихся) [3]. Так как в нашем примере стандартные значения величины X_0 и σ_0 не заданы, используем следующие формулы для расчёта контрольных границ:

Для \bar{X} -карты для $n = 5$ из Таблицы 2 «Коэффициенты для вычисления линий контрольных карт» [1] найдём $A_3 = 1,427$ и $\bar{S} = 0,72$. Тогда, контрольные границы для среднего будут равны:

$$НКП = \bar{x} - A_3 \bar{S} = 3,71 - 1,427 \times 0,72 = 2,683$$

$$ВКП = \bar{x} + A_3 \bar{S} = 3,71 + 1,427 \times 0,72 = 4,737$$

Для S -карты из таблицы 2 «Коэффициенты для вычисления линий контрольных карт» [1] найдём для $n = 5$ $B_3=0$ и $B_4=2,089$, $\bar{S} = 0,72$, тогда, контрольные границы будут равны:

$$НКП = B_3 \bar{S} = 0$$

$$ВКП = B_4 \bar{S} = 2,089 \cdot 0,72 = 1,5$$

Расчёт параметров контрольных карт осуществлялся в соответствии с ISO 8258-91. В Таблице 1 представлены их результаты расчетов.

Таблица 1

Результаты расчетов для построения контрольной карты

N	Выборочные значение Xi					Статистики			
	X1	X2	X3	X4	X5	$Xi\ sr$	Ri	Si^2	Si
1	5	4	4	4	3	4	2	0,5	0,7071
2	5	5	5	5	5	5	0	0	0
3	5	5	5	5	5	5	0	0	0
4	4	3	3	3	3	3,2	1	0,2	0,4472
5	4	3	3	0	3	2,6	4	2,3	1,5166
6	3	3	3	0	3	2,4	3	1,8	1,3416
7	5	5	5	5	5	5	5	0	0
8	5	4	4	4	4	4,2	1	0,2	0,4472
9	5	3	4	4	4	4	2	0,5	0,7071
10	4	4	4	3	4	3,8	1	0,2	0,4472
11	4	4	4	3	4	3,8	1	0,2	0,4472
12	4	3	3	0	3	2,6	4	2,3	1,5166
13	4	3	3	3	3	3,2	1	0,2	0,4472
14	5	4	4	3	4	4	2	0,5	0,7071
15	4	0	3	0	0	1,4	4	3,8	1,9494

где X1, X2, X3, X4, X5 – дисциплины (выборочные значения), выносимые на экзамен, $Xi\ sr$ – среднее значение выборочных значений, Ri – размах, Si и Si^2 – стандартное отклонение и стандартное отклонение в квадрате.

Анализ контрольной карты

Рассмотрим применение анализа контрольных карт на примере исследования успеваемости группы 1. Исходные данные для анализа содержат результаты по $22 \cdot 5 = 110$ возможностям. В отношении каждой дисциплины число возможностей постоянно и равно числу обучающихся в группе, т.е. объем выборки равен 110, так как каждый обучающийся в отношении одной дисциплины получает только одну возможность для сдачи экзамена. Эти данные предварительно были обработаны в системе Statistica (рис.1).

1. Обработка данных в программе Statistica

Открыть файл и выбрать Excel файл → Импортировать выбранный лист в Таблицу данных → Выбрать Лист для импорта → Открыть файл Excel.

В первом столбце (*V*) представлены номера обучающихся по порядку (номер выборки), во втором — номер данных в выборке и в третьем — показатель качества группы 1 (оценки).

	1 <i>V</i>	2 <i>N</i>	3 <i>L</i>
1	1	1	5
2	1	2	4
3	1	3	4
4	1	4	4
5	1	5	3
6	2	1	5
7	2	2	5
8	2	3	5
9	2	4	5
10	2	5	5
11	3	1	5
12	3	2	5
13	3	3	5
14	3	4	5
15	3	5	5
16	4	1	4
17	4	2	3
18	4	3	3
19	4	4	3
20	4	5	3
21	5	1	4
22	5	2	3
23	5	3	3
24	5	4	0

Рисунок 1 – Фрагмент исходной таблицы

2. Анализ *X-bar* и *S* карты.

Выбор команды «Карты контроля качества» в меню «Анализ» → Выбор вкладки «Изменчивость» → Выбор подпункта *X-bar* и *S*-карты для контроля изменчивости → Выбор пункта «На вход подаются исходные данные» → Выбор опции «Переменные» → Справа указывается имя переменной с объёмами выборок; слева — показатель качества (оценки).

Анализ полученных данных проведём с использованием *X* и *S*-карты с общими контрольными границами. Контрольная карта *X-S* построенная с помощью программы Statistica, представлена на рисунке 2.

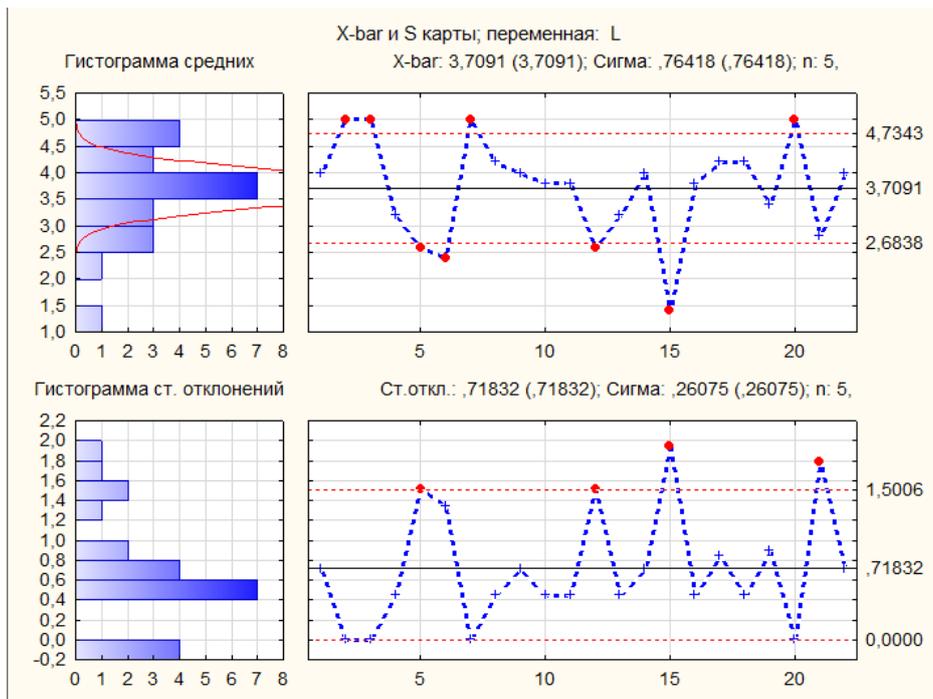


Рисунок 2 – Контрольная карта X-S успеваемости обучающихся группы 1

3. Критерии серий.

Выбор опции «Опции X-карты» → выбрать «Настройки критериев серий» → Нажать «ОК (критерии)» → Отметить пункт «Вычислить критерии для R/S карт.

Далее необходимо выявить критерии серий (рисунок 3, 4), для того, чтобы отобразить расположение средних относительно трёх зон – А, В, С.

		L ; Критерии серий X-bar карта Центр: 3,709091 Сигма: 0,341752	
Зоны A/B/C: 3,000/2,000/1,000 * Сигма Критерии против альтернатив спец. вида		от выборки	до выборки
9 точек по одну сторону от центра		ОК	ОК
6 точек в возр./уменьш. ряду		ОК	ОК
14 точек в "шахматном порядке"		ОК	ОК
2 из 3 точек в зоне А или вне ее		1	3
		4	6
4 из 5 точек в зоне В или вне ее		ОК	ОК
15 точек в зоне С		ОК	ОК
8 точек вне зоны С		ОК	ОК

Рисунок 3 – Критерии серий для X-bar карты

		L ; Критерии серий S карта Центр: 0,718319 Сигма: 0,260749	
Зоны A/B/C: 3,000/2,000/1,000 * Сигма		от	до
Критерии против альтернатив спец. вида		выборки	выборки
9 точек по одну сторону от центра		ОК	ОК
6 точек в возр./уменьш. ряду		ОК	ОК
14 точек в "шахматном порядке"		ОК	ОК
2 из 3 точек в зоне А или вне ее		1	3
		4	6
4 из 5 точек в зоне В или вне ее		7	11
15 точек в зоне С		ОК	ОК
8 точек вне зоны С		ОК	ОК

Рисунок 4 – Критерии серий для S - карты

4. Выбросы.

Выбрать опцию «Выбросы» → Получение отображения количества выбросов для X и S-карт.

После этого необходимо определить выбросы для отображения выборок, у которых средние \bar{X}_i и стандартное отклонение вышли за пределы контрольных границ (рисунок 5, 6).

Число выбросов: Set 0 (Default Set) L; X-bar; Среднее процесса: 3,709091; Сигма: 0,764181 Стандарт; Среднее: 3,709091; Сигма: 0,764181		
Тип выброса	Число выбросов	% всех выборок
< НКП	4	18,18182
> ВКП	4	18,18182
Всего	8	36,36364

Рисунок 5 – Фрагмент числа выбросов X-bar карты

Число выбросов: Set 0 (Default Set) L; S-карта; Среднее ст.откл.: 0,718319; Сигма: 0,260749 Стандарт; Ст.откл.: 0,718319; Сигма: 0,260749		
Тип выброса	Число выбросов	% всех выборок
< НКП	0	0,00000
> ВКП	4	18,18182
Всего	4	18,18182

Рисунок 6 – Фрагмент числа выбросов S карты

5. Вычисление критериев серий и отметка выбросов на графиках.

Переход на вкладку Опции X-карты (такая же настройка для Опции S-карты) → выбрать опцию «Предупреждающие линии» → ОК → выбрать опцию «Сервис» → выбрать опцию «Вычислить критерий серий» (и отметить «выбросы») → ОК.

«Выбросы» также можно отобразить на X-карте и на S-карте (рисунок 7, 8).

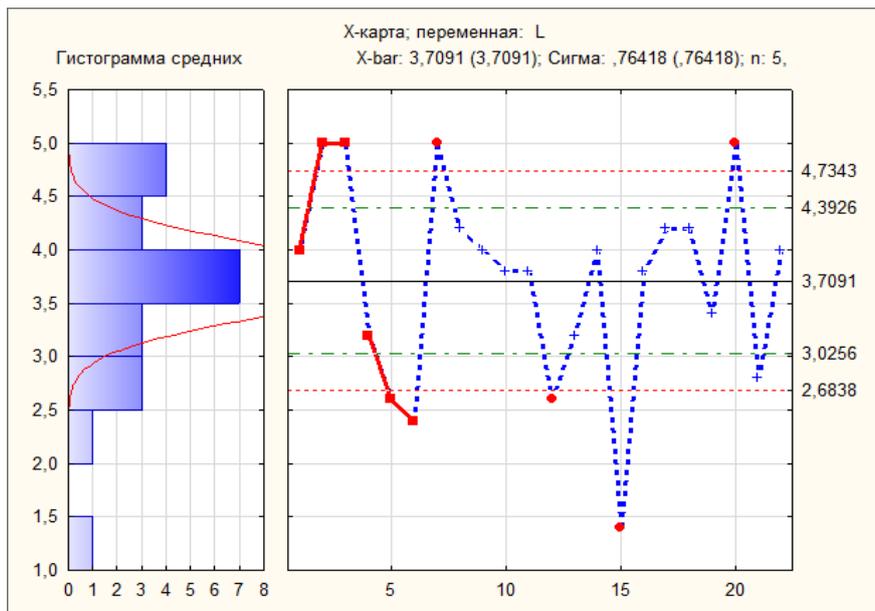


Рисунок 7 – Карта выбросов X-карты

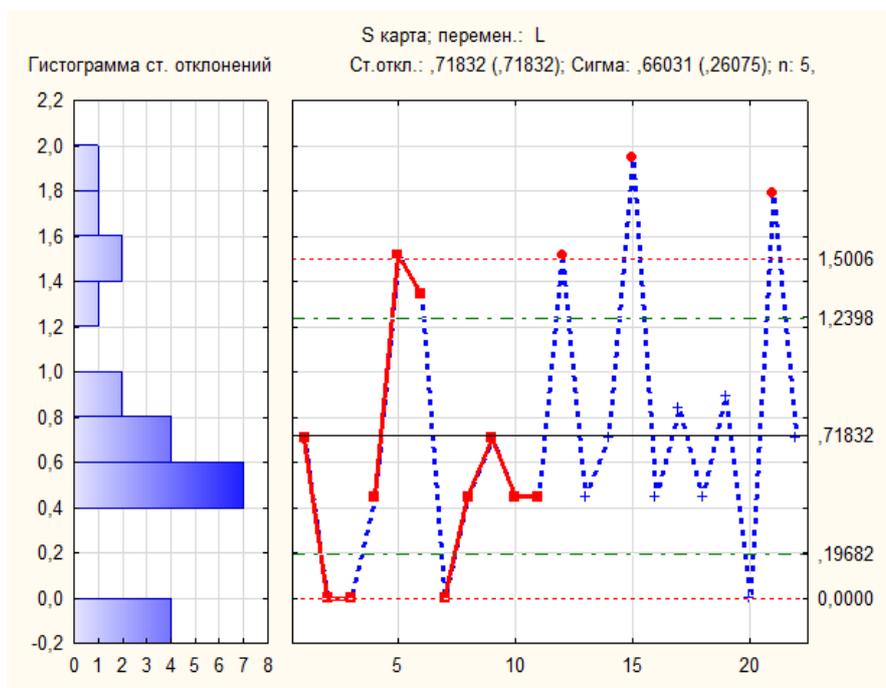


Рисунок 8 – Карта выбросов S-карты

6. Предупреждения о потере качества.

Выбрать «Предупреждения о потере качества» → Появление таблицы.

Отобразить таблицу (см. рис.9), в столбцах которой отображены номера выборок, для которых значения средних признака вышли за нижние и верхние контрольные пределы или нижние и верхние предупреждающие линии (НПЛ/ВПЛ).

(В таблице показаны все потенциальные тревоги)

Выборка	Номер выборки:	Вне НКП/ВКП не проверялись	Вне НПЛ/ВПЛ не применим	Нарушения серий не проверялись	Вне спецификаций не проверялись
1	1				да
2	2	X-bar карта			да
3	3	X-bar карта		X-bar карта	да
5	5	X-bar карта; S карта			да
6	6	X-bar карта		X-bar карта	да
7	7	X-bar карта			да
8	8				да
9	9				да
12	12	X-bar карта; S карта			да
14	14				да
15	15	X-bar карта; S карта			да
17	17				да
18	18				да
19	19				да
20	20	X-bar карта			да
21	21	S карта			да
22	22				да

Рисунок 9 – Предупреждения о возможности потери качества

Исходя из полученных результатов, следует сделать вывод, что карта числа успеваемости на одну возможность по группе свидетельствует о том, что не вся группа сдала сессию, поскольку только 14 точек на контрольной карте лежат между контрольными границами (нарушений контрольных границ нет), а остальные лежат за ее пределами (обучающиеся под номерами 2, 3, 5, 6, 7, 12, 15, 20). Видимые колебания в расположении точек обусловлены случайными причинами. Средний уровень неуспеваемости составляет 0,045 неуспеваемости на одну возможность или 5 неуспеваемости на 110 возможностей. Среди группы есть лучшие обучающиеся (номера 2, 3, 7, 20), и те, чья успеваемость не является удовлетворительной (обучающиеся под номерами 5, 6, 12, 15). Следовательно, необходимо внедрить корректирующие и предупреждающие мероприятия в образовательный процесс, направленные на повышение его качества.

Карта числа успеваемости на одну возможность по дисциплинам свидетельствует о том, что есть одна дисциплина, резко выделяющаяся на общем фоне числом неуспеваемости. Это дисциплина под номером 4. Расположение других 4 точек даёт основание предполагать, что остальные дисциплины по числу успеваемости составляют единую систему.

Выводы

Сравнение результатов проведенного анализа эффективности образовательного процесса по результатам сессии методами контрольных карт (X-bar и S-карт) позволило сделать вывод о возможности использования указанных карт для анализа успеваемости обучающихся не только на кафедрах, но и в масштабах учебного заведения.

По результатам анализа можно сделать следующие заключения [4]:

1. Результаты успеваемости обучающихся группы 1 статистически неоднородны, т.е. не все обучающиеся группы сдали экзамены с одинаковым уровнем успешности.

2. Средняя успешность прохождения аттестации составляет 95,4 %, т.е. в среднем примерно почти все пять дисциплин сданы успешно.

3. Среди дисциплин по результатам успеваемости на общем фоне резко выделяется дисциплина под номером 4, где число неуспеваемости по этой дисциплине в несколько раз больше чем по другим.

Для повышения успешности успеваемости необходимо провести следующие корректирующие мероприятия:

1. Проанализировать посещаемость занятий обучающимися;
2. Провести личную беседу с обучаемыми с целью определения причин неудовлетворительной учёбы;
3. Провести совещание кафедры с участием обучающихся;
4. Определить с преподавателями кафедры возможности и сроки проведения дополнительных консультаций для исправления оценок;
5. Принять меры по изменению результативности успеваемости по всем дисциплинам с целью повышения общей успешности успеваемости обучающихся (на 10–15 %).

Библиографический список

1. ГОСТ Р 50779.42-99. Статистические методы. Контрольные карты Шухарта (ИСО 8258-91) Статистические методы. Контрольные карты Шухарта. М.: ИПК Издательство стандартов, 1999. 36 с

2. ГОСТ Р ИСО 7870-1-2011. Статистические методы. Контрольные карты. Часть 1. Общие принципы. М.: Стандартиформ, 2012. 20 с
3. С.И. Солонин Метод контрольных карт учебное пособие: [Электронное текстовое издание] / С.И. Солонин; М-во образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет. – Екатеринбург, ЦНОТ ИТОО УрФУ, 2014. – 213 с.
4. А.И. Момот, Е.В. Мирошниченко. Диагностика качества управления деятельности процессов [Электронный ресурс] 8 стр.
5. Капитанчук В.В., Карпунина И.Н., Федорова М.К. Статистический контроль стабильности температурного режима компьютера: Научная статья [Электронный ресурс] Научный вестник УВАУ ГА(И), 2016.
6. А.А. Халафян. Промышленная статистика: Контроль качества, анализ процессов, планирование экспериментов в пакете STATISTICA: Учебное пособие. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013. – 382 с.

©В.В. Капитанчук, В.Г. Шубович, Д.В. Хуснетдинова, 2017